dr. Várszegi Gyula



A VILÁG METRÓI

dr. Várszegi Gyula

A VILÁG METRÓI

dr. Várszegi Gyula

A VILÁG METRÓI

Kiadja az Idegenforgalmi Propaganda és Kiadó Vállalat, a WTO társult tagja
Felelős kiadó: Teszár József
Felelős szerkesztő: Moldován Tamás

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó

Ez a könyv bemutatja, hogy a világ különböző városaiban működő metrók hogyan alakultak ki, milyen műszaki színvonalat képviselnek, melyek az új, előremutató technikai megoldások.

Természetesen terjedelmi okok miatt valamennyi metrót nem lehet azonos részletességgel ismertetni.

Nagyobb terjedelmet kaptak azok az üzemek, amelyek múltjuk, nagyságuk, technikai színvonaluk, vagy valamilyen különlegességük révén kiemelésre érdemesek. Egy-egy általánosan alkalmazott építési módszer (például réselés), vagy üzemi berendezés (például automatikus vonatmegállító) is csak egy helyen kerül részletesen ismertetésre.

A különböző metrók hálózattérképein – melyek az 1981–82. évi állapotot tükrözik – az üzemelő vonalakat folyamatos vastag vonal jelzi, az épülő szakaszok szaggatott, a tervezett szakaszok pontozott vonallal ábrázoltak, a vasúti vonalakat folyamatos vékony vonal jelöli.

Az összefoglaló tájékozódást a világ valamennyi működő, épülő, vagy tervezett metrójának fontosabb adatait és az üzemben lévő metrókocsik jellemző műszaki paramétereit bemutató táblázatok segítik.

Itt kell megemlíteni, hogy a metropolitan railway rövidítéseként keletkezett „metró" szó, amely a latin nyelvterület mellett a Szovjetunióban és más európai országokban is használatos – nem minden országban szolgál e közlekedési rendszer jelölésére.

A német nyelvterületen a Untergrundbahn, Tunnelbahn, angol nyelvterületen a Subway, Underground, Rapid Transit kifejezések ugyanezt jelentik, így a bemutatás szempontjából az elnevezés nem volt mértékadó.

A könyv viszonylag sok adatot tartalmaz, ezek általában az 1981. évi állapotnak felelnek meg, ha nem, arra a szövegben külön utalás van.

A rendkívül nagy mennyiségű forrásmunka szokásos jelölésétől el kellett tekinteni, így ennek csak felsorolására szorítkoztam.

A könyv megírásakor nagymértékben támaszkodtam munkatársaim: Gábor Péter, Szeredi István és a szaklektor Fazakas György tanácsaira, észrevételeire.

Remélhető, a könyv eléri célját; hogy a téma iránt érdeklődők új ismereteket szerezzenek, a szakemberek pedig következtetéseket vonhassanak le az uralkodó fejlesztési tendenciákra, a műszaki megoldásokra vonatkozóan és ezeket az ismereteket munkájukban közvetlenül is hasznosíthassák.

Talán az is kitűnik, hogy a budapesti metró kiállja a nemzetközi összehasonlítást, de az is, hol van szükség előrelépésre.

A kezdetek

A városi közlekedés nemcsak a mai kor gondja, ám jelentősége az urbanizációval, különösen napjainkban, a motorizáció korszakában, egyre gyorsabban növekszik. Önmagában azért is, mert ezelőtt 70 évvel a föld lakóinak száma 1800 millió volt, a becslések szerint 2010-re pedig 7600 millió lesz.

Míg a XX. század elején mindössze 11 város számlált 1 milliónál több lakost, jelenleg több mint 140 ilyen nagyváros van.

Ez a nagyarányú fejlődés, a városok méretei, meghatározták a közlekedési eszközök jellegét. A gyalogjárás az ókori városokban a helyváltoztatás leggyakoribb módja volt, aztán jött a ló és az öszvér háta; később megjelentek az első lóvontatású kocsik. Ezek még mind egyéni közlekedési eszközök voltak.

Csak a XVII. században, az akkor 300 ezer lakosú Párizsban jelent meg az első közösségi közlekedési eszköz, a híres matematikus Pascal által javasolt postakocsi. Ezek a postakocsik töltötték be azt a szerepet, amelyet ma kezdetleges tömegközlekedésnek tekinthetünk.

A postakocsi továbbfejlesztett változata, a lóvasút az USA-ban jelent meg először (New York, 1832), ahol a városok rossz útviszonyai kényszerítették ki a sínjárművek alkalmazását.

Európában először Párizsban 1854-ben, majd Londonban 1861-ben követték a tengerentúli példát.

(Érdemes megjegyezni, hogy az utazási sebesség a londoni belvárosi utcákon ma gyakorlatilag ugyanaz, mint száz évvel ezelőtt).

A városi közlekedés fejlődésének új lendületet adott a gőzmozdony feltalálása, a vasút nagyarányú térhódítása a helyközi közlekedésben. A vasúti pályaudvarokat általában a városmagon kívülre helyezik el. Így jött létre a „fejpályaudvarok" köre, a városmagok körül például Párizsban, Berlinben, Londonban stb. A vasutat a városi közlekedésre alagútban először az angolok alkalmazták. Ez volt a világ első földalatti vasútja: a londoni „Metropolitan-vonal", amelyet 1863. január 10-én nyitottak meg. A gőzmozdonyok alagútban történő alkalmazása miatti kellemetlenségek ellenére ez a vonal azonnali sikerrel járt.

Amerikában az egysínű vasúttal kísérleteztek. Az első egysínű vasutat 1876-ban a Philadelphia-i Világkiállítás alkalmából építették. Ezzel a vasúttal az utasokat 400 méter széles és 9 méter mély völgy felett szállították a kiállítás területére. A terhelést egy háromszögletű gerendaszerkezet csúcsára helyezett sín hordozta. A szerelvényt gumiabroncsos kerekek vezették, amelyek a háromszögletű konstrukció alsó peremén futottak. Egy szerelvény 60 személyt szállíthatott 3 fülkében, az egyik fülke a sín felett, a másik kettő kétoldalt a sín alatt helyezkedett el. A gőzmozdonyt a sín alatt kétoldalt elhelyezett víztartály tartotta egyensúlyban.

Ez a megoldás azonban nem tudott elterjedni. Egysínű vasutakat csak a legújabb időkben terveznek ismét.

Amerika nagyvárosaiban a városi közlekedésben az acélszerkezetekre épített magasvasutakat kezdték alkalmazni. Lényegesen kevesebb földalatti szakasz épült, mint Európában.

Londonban az első földalatti vonal sikerét követően a metróépítés kapott elsőbbséget és a gőzmozdonnyal üzemelő vonalszakaszok egy kiterjedt hálózattá bővültek a gyorsan növekedő elővárosok új lakótelepülései irányába.

Több nagyvárosban is bevezették a gőzmeghajtású vasutakat a városi közlekedési vonalakon. A Hamburg–Altona-i összekötő vasút 1866-tól; Berlinben 1872-től a körvasút, 1882-től a városi vasút kezdte meg üzemét. Ezek a vonalak voltak az elődei a mai S-Bahn-oknak.

Ezek a vonalak üzemileg kapcsolódtak a távolsági vasutakkal. Ilyen közlekedési hálózatok alakultak ki még Tokióban, Moszkvában és Rio de Janeiróban is; tehát olyan városokban, melyekben már földalatti is közlekedik.

A tömegközlekedés fejlődésében az újabb lépést a villamos meghajtás bevezetése jelentette. Werner von Siemens 1879-ben a berlini ipari kiállításon bemutatott egy keskeny nyomtávú villamosvasutat. Két év múlva Lichterfelden építették az első villamost, melynél mindkét futósínt felhasználták áramvezetésre. Magnus Volk 1883-ban egy villamosított vasútvonalat nyitott meg Brightonnál, az angol partok mentén.

Londonban 1890-ben üzembe helyezték az első elektromos metró-vonalszakaszt, melyet 1886-ban az építés kezdeténél még gőzmeghajtású kábelcsörlővel akartak vontatni. Rövid időn belül villamosították valamennyi földalatti vonalukat.

Az európai kontinensen az első villamosított metróvonal az 1896-ban Budapesten megnyitott millenniumi földalatti volt.

A városi villamosok fejlődése, az általuk szerzett tapasztalatok is lényeges előfeltételét jelentették a metró további fejlődésének.

Például a hegesztett síneket először a villamos vonalakon alkalmazták, mielőtt 1939-ben a londoni metrónál általánosan bevezették. A metrókocsik gumirugózású kerekei századunk első évéből származó villamosok kocsijaihoz hasonlítanak.

A különpályás közlekedést a földalatti mellett a függővasút is megoldja. Az első gyorsvasúti jelleggel rendelkező egysínes függővasút az 1901-től balesetmentesen közlekedő Wuppertal-i lebegővasút. A 13,5 kilométer hosszú vonal kétharmad része a Wupper folyó völgye felett fut, majd pedig 7 méter magasan az utak felett. A kétkocsis szerelvények csúcsidőben 3 percenként közlekednek. A csúcssebesség 55 kilométer/óra, az utazási sebesség 25 kilométer/óra. 1960-ban egy francia közlekedési üzem átvette ezt az elvet. Az 1,4 kilométer hosszú Chateauneuf-sur–Loire próbaszakaszon gumi futó- és vezetőkerekes járművek magasvezetésű kazettás tartószerkezeteken futnak, amelyeket oszlopok tartanak. Az ilyen vasutak, összehasonlítva a metrókkal, lényegesen kisebb teljesítményűek és nehezen illeszthetők be a városi környezetbe.

Előnyük a rövidebb építési idő, a kisebb helyigény és az alacsonyabb üzemi költségek. A városokban mégis a nagy teljesítményű, elsősorban földalatti vasutak megépítését szorgalmazzák.

A közvetlen felszín alatti kéregvasút az utcákról könnyen elérhető. Természetesen kényelmesebb, mint a mélyen fekvő alagút-vasút, amelyet csak lifteken vagy mozgólépcsőkön keresztül lehet megközelíteni.

A kéreg alatti vasutat viszont nem lehet mindenütt megépíteni. Hegyes vidékeken a vasút nem tudja követni a domborzatot, a városok belső területein az útviszonyok és az épületek akadályozzák az építést. A talajviszonyok sem mindig engedik az alagutat közvetlenül a felszín alatt megépíteni. A vonalat nagyobb mélységben kell ve-

zetni, ha folyók vagy tenger alá kell vele menni, vagy másik metróvonalat kell keresztezni.

Londonban valósították meg először a folyó alatti metró-átvezetést is. A Temze alatt átvezető alagút első kísérleti szakaszát 1799-ben kezdték építeni. Az összesen 360 méteresre tervezett kísérleti alagútból 300 méternyi már elkészült, amikor 1808. január 26-án egy vízbetörés miatt a munkát le kellett állítani.

Miután Marc Brunel feltalálta az alagútfúró pajzsot, 1818-ban egy második kísérletbe fogtak. Még egy elárasztást is meg kellett élni, míg 1843. március 25-én az alagutat meg lehetett nyitni. Ez volt az első folyó alatti alagút, melyet 1869-től a londoni, brightoni és a déli partok vasútjai használtak.

Az elektromos meghajtás bevezetése időben egybeesik a mélyalagutas építéssel. A mélyalagút legeredményesebb megoldása a kör keresztmetszetű alagút. Az első ilyen metrót Glasgowban nyitották meg 1897-ben.

Ma a világ több mint 60 nagyvárosában van metró, mintegy 25 városban megkezdték az építését, ugyanennyi helyen a tervezési munkák folynak. Különösen lendületes és egyre növekvő ütemű az építés a Szovjetunióban, ahol az üzemelő 8 metróhoz néhány éven belül újabb 5 város csatlakozik.

Az utóbbi időben az Egyesült Államok több városában is igen intenzív metróépítési tevékenység kezdődött (Washington, Atlanta, San Francisco), ami az energiahelyzet változásán kívül azt a felismerést is tükrözi, hogy a tömegközlekedés itt is nagyobb szerepet kell hogy betöltsön, ha meg akarják oldani a nagyvárosok közlekedési gondjait. A fejlődő országok közül Mexikó ért el igen imponáló eredményt, ahol a fővárosban négy év alatt közel 40 kilométer vonalat adtak át.

Tért hódít a metró Ázsiában is. Több japán város után Kínában is működik metró és legutóbb Hongkong gazdagodott a világ egyik legkorszerűbb metróüzemével.

A metró általános jellemzői

A metró a nagyvárosok jellegzetes tömegközlekedési eszköze. Általában az 1 milliónál nagyobb településeken indokolt, olyan városokban, ahol nagy a tömegközlekedés utasainak száma és emellett még a közutak zsúfolt gépkocsi-forgalma miatt sem lehet a tömegközlekedést felszíni eszközökkel megfelelően lebonyolítani.

Fő jellemzője a teljesen zárt, elkülönített vasúti pálya, amelyen akadálytalanul, sűrű követéssel, nagy sebességű és nagy szállítóképességű vonatok közlekedhetnek. A külön pálya, amelynek semmilyen közlekedési eszközzel, még saját vonalaival sem lehet szintbeni keresztezése, a föld felszíne alatt alagutakban alakítható ki a legelőnyösebben, hogy legkevésbé zavarja a város életét és ne legyen akadályozója a közúti közlekedésnek. Egyes szakaszok azonban felszínen, vagy magas pályán is vezethetők, ha közlekedési és környezetvédelmi szempontból megengedhetők (zajosság) és megfelelően elhelyezhetők.

A metró a legdrágább városi közlekedési eszköz. Építése és üzeme is igen költséges, így csak nagyvárosokban és ott is csak a fő közlekedési vonalakban indokolt a létesítése, ahol nagy teljesítőképességével arányos utaslétszám szállítása szükséges.

Az egymilliósnál kisebb, de 400 ezres–500 ezresnél nagyobb településeken is sok esetben megoldhatatlanná válik a szokásos felszíni tömegközlekedési eszközökkel a forgalom lebonyolítása. Ilyen városokban a forgalmi főirányokban a metróhoz hasonló, de azzal nem azonos közlekedési eszközök alakultak ki. Ilyen a light rail transport, vagy német elnevezéssel a Stadtbahn, és ehhez hasonló a premetró. Ezeket az jellemzi, hogy a teljesen zárt, elkülönített vasúti pályát csak a város belső, legzsúfoltabb részében építik ki, legtöbbször föld alatti elhelyezéssel. A vonal többi, nagyobb részén a külön vasúti pályát a felszínen vezetik és itt helyenként szintbeni keresztezései is vannak a közúttal. Ilyen jellegű a frankfurti, kölni, stuttgarti, düsseldorfi városi gyorsvasút. Ehhez hasonló, de bizonyos mértékben eltérő a brüsszeli, antwerpeni premetró, ahol a metrónak megfelelően kiépített föld alatti vonalszakaszba bevezetik a közúti villamost, így a villamos az eredeti pályáján közlekedik a város külső területein, a zsúfolt belső városrészben pedig a metró alagútjain halad keresztül. Ez az utóbbi megoldás általában addig tart, amíg a metróvonal olyan hosszban kiépül, hogy áttérhetnek a metró üzemre.

A városi gyorsvasutak szerepét látják el részben azok az elővárosi vasutak is, amelyek mélyen bevezetnek a városközpontokba és a belső városi forgalmat is lebonyolítják (S-Bahn, express metró). Ezek fő feladata azonban az elővárosi forgalom lebonyolítása, ezért csak részben pótolják a metrót.

A metró, mint a nagyvárosi tömegközlekedés legfontosabb eszköze, lényegesen eltér az utazási színvonal és a műszaki megoldások mutatói szempontjából más közlekedési eszközöktől (például: a villamostól, az autóbusztól, a városi gyorsvasúttól, az elővárosi vasúttól, az előmetrótól és így tovább).

A leglényegesebb jellemzői a következők:

Szállítóképesség:

Az utasszállításhoz biztosított férőhelyek száma más városi tömegközlekedési eszközökhöz képest lényegesen nagyobb. A szállítóképesség felső határa a metrónál 60 ezer utas/óra/irány, míg a villamosnál ez az érték 12–15 ezer utas/óra/irány, az egykocsis autóbusznál 3600–4000 utas/óra/irány.

Gyorsaság:

A metrónál az átlagos utazási sebesség elvárt minimális értéke 30 kilométer/óra. A felszíni közlekedési eszközök közül a villamos 15 kilométer/óra, az autóbusz 10–20 kilométer/óra érték körül szóródik ±10–20 százalékkal.

Ez az utazási idő megtakarítása szempontjából, különösen a nagyobb utazási távolságoknál (külső területeken épülő nagy lakótelepek közlekedési megoldása) mérlegelendő.

Követési idő (gyakoriság):

Az eljutási időnél az utazási sebességgel együtt a várakozással töltött időt is számításba kell venni, amit a követési idő határoz meg. Metrónál ez napszaktól függően 1,5 – és 5 perc között változik, a felszíni hálózatokon – a fonódó viszonylatoktól eltekintve 2–20 perc közötti értékkel lehet számolni.

Megbízhatóság

Alapvetően a menetrendszerűséggel mérhető, aminek értéke metrónál 99% fölötti. Ide tartozik az utazási idő állandósága, a forgalmat zavaró műszaki meghibásodás alacsony volta is. E mutatók színvonala a többi városi tömegközlekedési eszköz esetében szintén lényegesen alacsonyabb.

Komfort (kényelem, kulturáltság)

A metrónál az utaskényelmet a tájékoztatás, az esztétikai megjelenés magas színvonala, a vonatok műszaki kialakítása (szellőzés, világítás, rángásmentesség stb.) és a férőhely-kihasználás mértéke (az irányelvek szerint a metró járművek csúcsforgalomban csak maximális befogadóképességük 80 százalékáig lehetnek kihasználva) szolgálja.

Annak, hogy ezek a paraméterek biztosítva legyenek, előfeltétele a metróval szemben támasztott műszaki jellemzők kielégítése. Ezek közül a legfontosabbak:

– teljesen zárt pálya, a közúti forgalomtól független közlekedés;

– a forgalmi vágányok keresztezésmentes kialakítása;

– a vonatok nagy sebességét lehetővé tevő pálya (általában 400 méter feletti sugarú ívek, 30‰ alatti emelkedők, és így tovább);

– a vonatok nagy gyorsító és lassító képessége (1,2 m/sec^2) és üzemi sebessége (80 km/ó);

– 90 másodperc követési időt lehetővé tevő műszaki berendezések (biztosító berendezés stb.);

– a kocsi padlószintjével azonos magasságú peronszint, ami az állomásokon lehetővé teszi a gyors utascserét.

A metróhálózatok méretét, alakját a városszerkezet, s ezzel összefüggésben az utasforgalom fő irányai határozzák meg.

Tekintve, hogy a metróvonalak az utazások súlyvonalában, a fő forgalmi irányokban haladnak és az utazások nagyobb része mindenütt a városközpont felé irányul, a metróvonalak, ritka kivételtől eltekintve, sugárirányúak.

A hálózat alakja szempontjából a többvonalas metróhálózatok legjellemzőbb típusai a következők:

Sugaras hálózat: amely félátmérős, gyakrabban átmérős vonalakból áll, ezek metszéspontja a városközpontban van. Az átmérős vonalak mellett ez az elrendezés tartalmazhat körirányú vonalat is, amely az átmérős vonalak közötti második kapcsolat biztosításával tehermentesíti a városközpontot, újabb területeket kapcsol be a forgalomba, a körirányú utazásokat is lehetővé teszi. Ilyen típusú a moszkvai metróhálózat.

Van csillag alakú hálózat; ahol a városközpontban áthaladó átmérős jellegű vonalak egyik vagy mindkét végükön elágaznak és az elágazó vonalak újra metszik egymást vagy összefonódnak. Ilyen jellegű a müncheni metróhálózat.

Van derékszögű hálózat. Jellemzője, hogy a városszerkezetnek megfelelő párhuzamos vonalak derékszögben találkoznak. Erre a kialakításra példa a Mexico-City-beli, vagy a New York-i metróhálózat.

A világ meglévő és épülő metróhálózatainak nagyobb része, így a budapesti is, a sugaras elrendezésűek közé sorolható.

A metróhálózatot alkotó egyes vonalak irányát és az állomások helyét alapvetően a tömegközlekedés kialakult, illetve várható nagysága és iránya határozza meg.

Fontos szempont, hogy a vonal érintse a hagyományos központokat, alközpontokat, nagy forgalmú csomópontokat, és hogy biztosítsa az épülő városrészekben a helyi központok közlekedési lehetőségeit.

A vonal vezetésénél mérlegelni kell a tömegközlekedési eszközök közötti munkamegosztás feltételeit. Az utasforgalom szempontjából jelentősebb kapcsolatoknál a közvetlen átszállás lehetőségét kell megteremteni (felszíni gyorsvasútra, nagyvasútra, és így tovább).

Számításba kell venni a felszíni közlekedés javításának igényét, a gépjármű-forgalom intenzitását. Különösen vizsgálni kell ezt ott, ahol hidat is pótol a metró létesítése.

Az állomások helyének meghatározásához tartozik, hogy azok egymástól mért távolsága közlekedés-szervezési és utaskényelmi okok miatt nem lehet túl nagy. A túl kis állomástávolságok viszont erősen csökkentik az elérhető utazási sebességet. A párizsi metró átlag 500 méteres állomástávolsága mellett csak 24 kilométer/óra az utazási sebesség.

Az általánosan elfogadott gyakorlat szerint a metró állomástávolság a város belsejében 500–700 méter, a külső részeknél 700–1500 méter között változik.

A vonalak mélysége mindig függvénye a vízszintes vonalvezetésnek, és elsősorban az építés lehetőségei (beépítettség, talajviszonyok, vízfolyások, keresztező műtárgyak, és így tovább) és költségei határozzák meg.

Alapelv, hogy előnyösebb a felszínhez közelebb eső vonalvezetés még akkor is, ha ennek átmeneti hátrányai vannak (az építés során). Az üzembehelyezés után viszont ez a kialakítás tartós és végleges forgalmi és gazdasági előnyökkel jár.

Jellemző, hogy Európában inkább az alagútban vezetett vonalak, Amerikában a felszínen, vagy magasan vezetett vonalak dominálnak.

A világ mintegy 100 városában működik, épül a metró, vagy tervezik az építését. Az üzemelő vonalak hossza is állandóan növekszik, a régebben épült hálózatokon is jelentős korszerűsítési munkákat végeznek.

Ez azt jelenti, hogy újabb és újabb fejlesztési feladatokat kell megoldani.

A fejlesztő munka irányait és szándékait – az adott város szükségletei, az eltérő gazdasági és műszaki lehetőségek miatt különböző súllyal – a következő főbb követelmények határozzák meg:

– a teljesítőképesség növelése;
– a biztonság, megbízhatóság javítása;
– az üzemeltetési költségek (létszám) csökkentése;
– az utaskomfort emelése.

Ezeknek a követelményeknek megvalósítási minősége egyben jellemző az adott metró műszaki színvonalára is. Így a későbbiekben bemutatandó üzemek ilyen szempontból is összehasonlíthatók.

Technikai szempontból a fejlesztés tendenciái a következők:

A járműveknél:

– az önsúly csökkentése (például alumínium ötvözetű kocsiszekrény alkalmazásával), ezáltal az energiafogyasztás csökkentése, a menettulajdonságok javítása;

– elektronikus (szaggatós) motorszabályozás, rekuperációs fékezés, aszinkron hajtás (elektronikus kommutálás) révén energiamegtakarítás, a karbantartási igény csökkentése.

A biztosító berendezéseknél:

– a hagyományos biztosító rendszerek (térköz, pontszerű vonatbefolyásolás) helyett folyamatos vonatbefolyásolás (sebességellenőrzés, automatikus vonatvezetés) alkalmazása, számítógép segítségével. A szerelvények mozgását a központi és a vonalon lévő berendezések vezérlik és ellenőrzik, a kocsivezető aktív tevékenysége csak az indításra és rendkívüli esetekre korlátozódik. (Néhány városban foglalkoznak a vezető nélküli vonatok közlekedtetésének lehetőségével is.)

Az áramellátás területén:

– a korszerű elektronikus távjelző, távvezérlő berendezések és számítógép kombinálásával automatikus, kezelő nélküli üzemmód. A minimális személyzet csak zavarelhárítást végez.

A gépészeti berendezéseknél (szellőzés, szivattyúk, mozgólépcsők):

– a helyigény csökkentése, automatikus üzemmód. A sokféle berendezés központi felügyelete révén az üzemeltetés létszám- és energiaköltségeinek csökkentése, a megbízhatóság javítása, a beruházási költségek csökkentése.

A fejlesztő munka speciális részterületeinél:

– a tűzvédelem (nem éghető kábelek, tűzbiztos berendezések, automatikus tűzjelzők), a zajvédelem (a zajforrás megszüntetése és zajcsökkentő megoldások, például gumikerekű járművek alkalmazása);

– a klimatizálás (ahol az éghajlat indokolja, az utasterek, máshol csak a kocsik esetében);

– a mozgássérültek közlekedési feltételeinek biztosítása.

A tervezési munka egyik legnagyobb gondja az állomások, átszálló kapcsolatok jó kialakítása.

Ez azért fontos, mert a nagyvárosokban a metrón utazás idejének 20–30 százalékát is kiteszi a metróperonhoz való eljutás ideje. Előnyösek az azonos szinten elhelyezett kapcsolatok (például fonódó metróvonalak, közös peronokkal), a felszín közelében (a felszínen, hídon vagy kis mélységben) kialakított állomások.

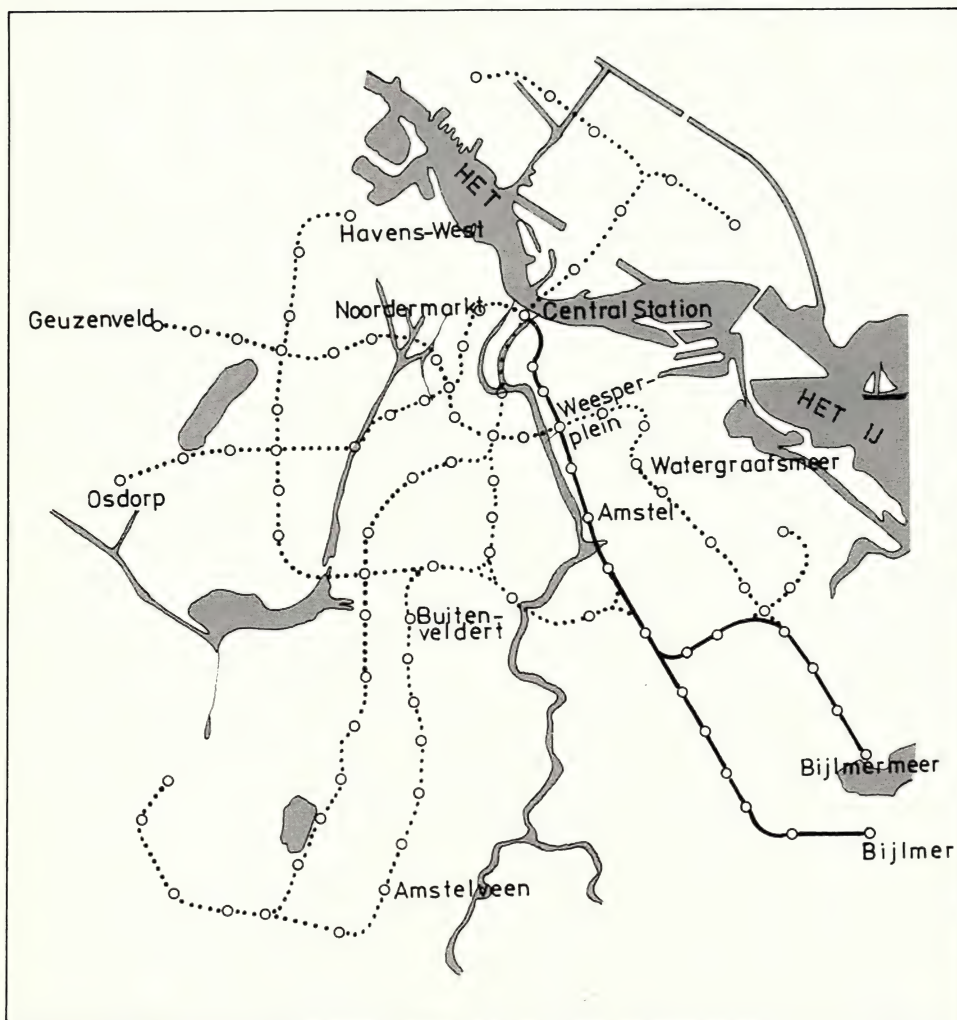
Az építészeti megoldások alapvető iránya: olyan konstrukciók alkalmazása, amelyek az iparosított építési módszerek, az előregyártás előnyeit úgy érvényesítik, hogy egyben új esztétikai értéket is létrehoznak. A korszerű metróépítésnél ezért ritkábban alkalmaznak egyedi gyártású burkolatokat, a díszítést inkább önálló képzőművészeti, vagy iparművészeti alkotások elhelyezésével oldják meg.

Amszterdam

Kilenc évvel a rotterdami metró üzembehelyezése után, 1977 októberében Hollandia fővárosában is megindult az új metró.

Az első tervek 1956-ban készültek, de a kormány jóváhagyása csak 1968-ban született meg, úgyhogy az első vonal építése 1970-ben kezdődött meg.

A tervek szerint 30 év alatt egy 80 kilométeres hálózatot kellene építeni, s ez a milliós település közlekedésének gerincét képezné. A hálózat 4 vonalból állna. Időközben azonban a határozatot visszavonták.



Amszterdam metróhálózata

Ezt pénzügyi okok, az építés során nyilvánvalóvá vált városrendezési nehézségek és a kedvezőtlen közhangulat magyarázzák. A lakosság túl költségesnek találta a metrót. Inkább különpályás villamosvasutat építenek egyelőre, ami lényegesen kevesebbe kerül. Így csak az első vonal épült meg, amely a központi pályaudvartól délkeleti irányba halad 7 kilométer hosszon, azután két ágra szakad, egy 6 kilométeres szakasz elágazik keletre, az új 100 ezer lakosú városrész felé (Biljmermeer), a másik ág dél felé vezet, 5 kilométer hosszon.

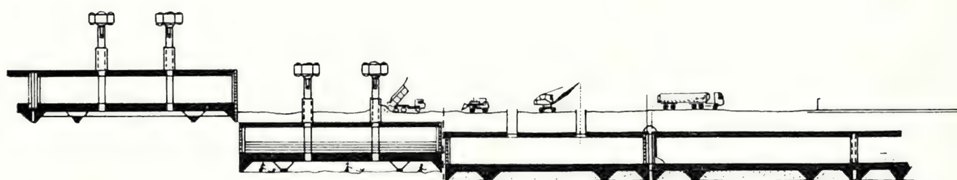
A vonal teljes hossza 18 kilométer, 3,2 kilométeres föld alatti szakasszal, 14,8 kilométert a felszínen, töltésen tesz meg, illetve viadukton, egy rövid szakaszon pedig bevágásban halad. A vonalon 20 állomás van, amelyből 5 fekszik a föld alatt.

Az 1 méterre levő talajvíz, a régi házak alapjaiként szolgáló facölöpök sérülékenysége, és a homokos altalaj miatt az alagút egy részét különleges eljárással építették.

Az egyik módszer a szekrénysüllyesztési eljárás volt. A felszínen elkészített vasbeton négyszög keresztmetszetű szekrényeket levegőtúlnyomás védelme alatt (keszonban) süllyesztik a talajba végleges helyükre, 6,5 méterre a talajszint alá.

A lesüllyesztett elemek 40 méter hosszúak és általában 10 méter szélesek voltak. A keszonban a földfejtést 8 atmoszféra nyomású vízsugárral végezték. Az elemeket vasbeton szerkezetekkel kapcsolták össze, ennek során a talajt a vízbeáramlás megakadályozására megfagyasztották.

Ahol a felszín csak minimális zavarást tűrt el, a résfalas alagútépítési eljárást alkalmazták.



Alagútépítés, szekrénysüllyesztéssel, túlnyomásos munkatérben

A vonal érdekessége, hogy a felszíni szakaszokon 40 viadukt van, köztük egy 1100 méteres is.

A vonalalagút mindkét vágány elhelyezésére szolgál, 4,1 méter a belső magassága, szélessége 8,3 méter. Az állomások általában középperonos elrendezésűek, a peronhossz 150, a szélesség 8–9 méter, nyolckocsis vonatok közlekedésére alkalmasak.

Az állomásokon mozgólépcsők és felvonók is működnek. A mozgólépcsőket a korláton lévő kapcsoló segítségével az utasok indíthatják.

A normál nyomtávú pálya zúzottkő ágyazatos, a síneket talpfákra fektetik az alagútban és a felszínen is. Ezt a kisebb zajjal indokolják.

A pálya legnagyobb emelkedője 32‰, a legkisebb ívsugár 280 méter. A vontatási feszültség 750 volt egyenáram, harmadik sínről táplálva. Lehetőség van a felsővezetékes megoldásra is.

A vonalon 10 egyenirányító áramátalakító állomás van.

A jelzőberendezés fényjelzésű, a sínáramkörökről automatikusan működik, kiegészítve a jelzőknél automatikus vonatmegállító berendezésekkel.

A vasútbiztosító berendezést 1979-ben kiegészítették automatikus vonatvezetési rendszerrel is, melyet az AEG–Telefunken nyugatnémet vállalat készített.

A berendezés működésének lényege, hogy a vonatok a pálya mentén kifektetett kábelen keresztül összeköttetésben vannak egy-egy körzeti számítógéppel. A vonatról folyamatosan érkező információkat a számítógép feldolgozza és a menetrend figyelembevételével ad utasítást a vonatnak gyorsításra, lassításra, megállásra. A vonatberendezések a parancsokat automatikusan hajtják végre. Természetesen a vezető bármikor átveheti a vonat irányítását.

A szerelvények 4, 6, 8 kocsiból állnak, a napszaktól függően. A két kocsiból álló vonategység 37,5 méter hosszú, tömege 52,9 tonna, a kocsi szélessége 3 méter, befogadóképessége 300 utas. A vonat maximális sebessége 70 kilométer/óra.

Az utascsere a kocsinként elhelyezett 3 ajtón keresztül történik, ezeket az állomásokban az utasok nyomógomb segítségével nyithatják ki és a vezető zárja be.

Az állomáson tartózkodás ideje 15–20 másodperc.

A szerelvények reggel 5.30-tól 0.30 óráig közlekednek. Csúcsidőben a követési idő 3,5 perc, csúcsidőn kívül maximum 7,5 perc (az elágazó vonalakon ennek kétszerese).

A metróállomásoknál mindenütt megoldották a felszíni tömegközlekedés kapcsolatait. A vonal három nagyvasúti pályaudvart is érint (Amstel, Biljmermeer, Centraal).

A naponta utazók száma mintegy 100 ezer ember.

A városi közlekedés érdekessége az egységes jegyrendszer (metróra, villamosra, autóbuszra), melyeket automatákból lehet megvásárolni és bélyegző automatákban kell érvényesíteni.

Athén

A görög főváros, Athén lakossága – amikor 1869-ben a mai földalatti vasút elődje, az akkor gőzmozdony vontatású, Athént a pireuszi kikötővel összekötő vasút megkezdte működését – mindössze 60 ezer volt.

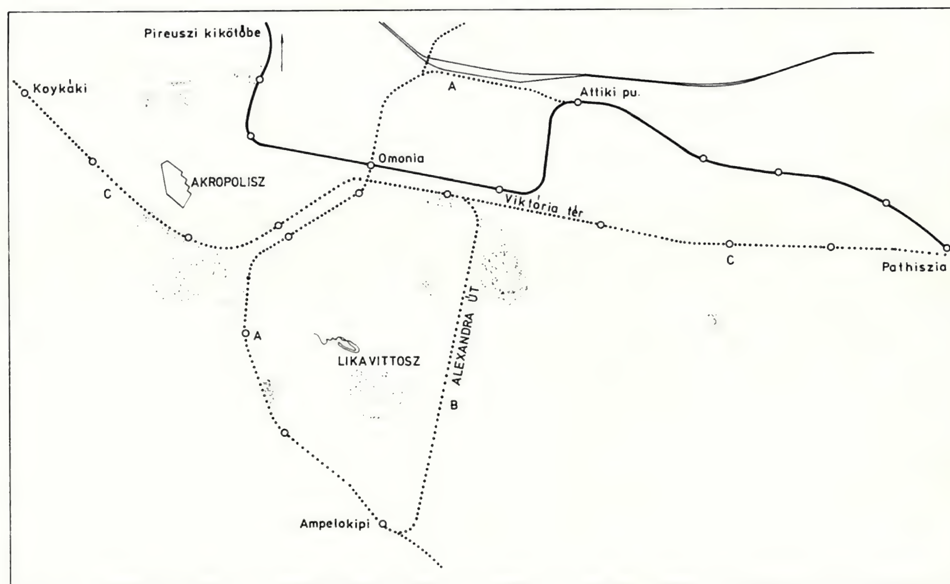
Ma az itt élők létszáma eléri az egymilliót, a régiókkal együtt több mint két és fél milliót, és évente átlagosan 3%-kal növekszik.

A főváros területe 433 négyzetkilométer, de sajátos fekvése és funkciója miatt közlekedése csak az igen nagy kiterjedésű vonzáskörzettel együtt szervezhető. Ebben kulcsszerepe van a közel 26 kilométer hosszú és 1904-ben villamosított metróvonalnak, melynek északi végét 1930-ban egy nyitott munkaárokból épített, körülbelül 3 kilométer hosszú kéregvezetésű alagúton átvezették a város központja alatt. Az alagút négyszög szelvényű, 7,38 méter széles, 4,2 méter magas, közepén oszlopsorral.

A három kéreg alatti állomás 110 méter hosszú, szélső peronos elrendezésű. A pálya maximális lejtése 30‰, a minimális ívsugár 160 méter.

A vontatási áram 600 volt egyenáram, harmadik sínről táplálva. A biztosítóberendezés a hagyományos, védőszakaszos vasútbiztosítás, fényjelzőkkel.

A vonatkövetési idő csúcsidőben 2 perc, az átlagos utazási távolság 7,6 kilométer.



Athén metróhálózata

Felszíni szakasz



Felszíni állomás

Az utazási igények növekedése és a motorizáció együttes hatása: a zsúfoltság növekedése a meglévő közlekedési hálózaton. Ezért már 20 éve elkészült a meglévő földalatti vonalra támaszkodó metróhálózat koncepciója. A tervezett három új vonal:

– a Viktoria állomástól nyugatra az Alexandra sugárút vonalában Ampelokipi-ig;

– egy félkör alakú vonal a működő szakasz Attiki állomásától indulva az Omonia állomáson át Ampelokipi-ig;

– a működő vonal felszíni Pathiszia állomásától déli irányba Koykáki állomásig.

A teljes metróhálózat így 46,7 kilométer hosszú lenne.

A hálózat kiépítése elsősorban a centrum közlekedését oldaná meg, de összekapcsolná a peremkerületeket is a várossal. Így azokat a lakosság és az ipar számára is vonzóvá tenné, ami a belvárosi zsúfoltságot csökkentené.

A megvalósítás pénzügyi okok miatt késik.

Atlanta

Atlanta az USA Georgia államának fővárosa, és azzal büszkélkedhet, hogy az egész országon belül itt növekszik a lakosság száma a leggyorsabban.

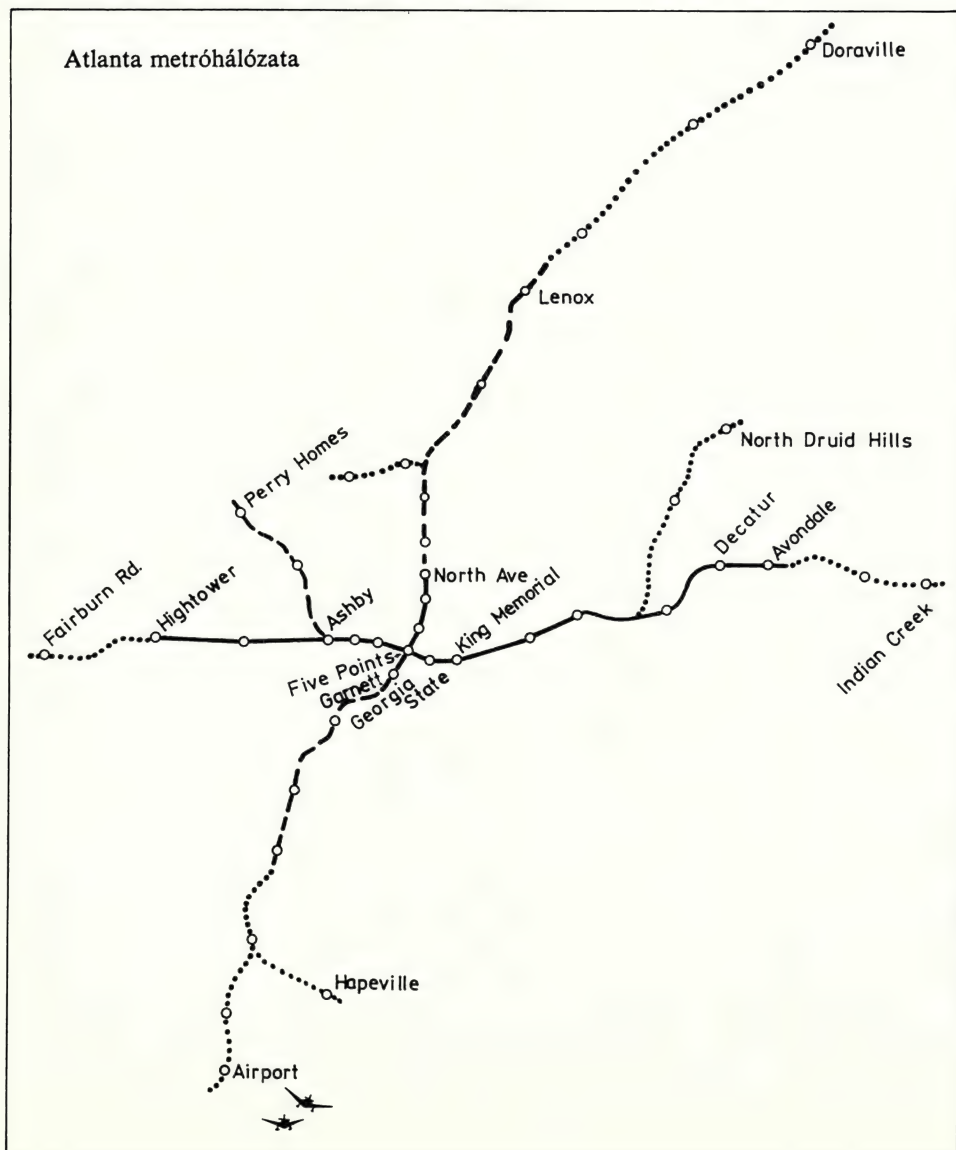
A lakosság száma ma 1,7 millió.

1845 szeptemberében indult útjára az első menetrendszerű vonat Decatur és Atlanta között. Ez az utazás még egy órát vett igénybe. A vonatot fatüzelésű mozdony húzta és az Atlantába való érkezést izgatott tömeg várta.

Ma a régi vonallal csaknem párhuzamos metróvonalon ez az utazás már csak 11 percig tart.

A város vezetői a várostervezőkkel összefogva 1952-ben kialakítottak egy tömegközlekedési hálózatfejlesztési koncepciót és 1971-ben jóváhagyták a MARTA (Metropolitan Atlanta Rapid Transit Authority) által javasolt metrófejlesztési tervet.

Fulton és Dekalb megyék, valamint Atlanta lakói is megszavazták a 85 kilométer hosszú gyorsvasúti hálózat építését.



Atlanta metróhálózata

A teljes hálózatból mindössze 16 kilométernyi vonal és 13 állomás épül a föld alatt. Az átlagos állomástávolság 2,2 kilométer. Az állomásokhoz kapcsolódóan több mint 30 000 parkolóhelyet terveztek.

Három és fél évig tartó tervezés után 1975-ben a munkagépek elkezdték a MARTA hálózat építését.

A fejlesztés „A" ütemének nevezett szakaszában 22 kilométeres, 17 állomást és egy járműtelepet tartalmazó, két átmérős vonalból álló gyorsvasút kiépítését tervezték. Megvalósítási költsége 1 milliárd dollár.

Ebben az ütemben kellett a legnehezebb és legköltségesebb munkafolyamatot elvégezni. Ez az Atlanta és Decatur belvárosai alatt – részben sziklában – futó alagút építése.

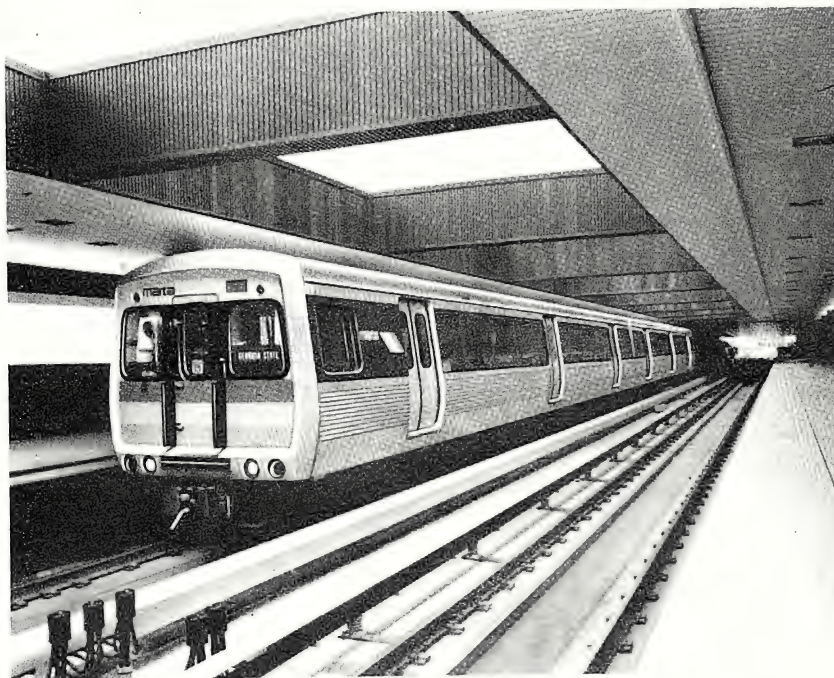
Az „A" ütem első 10,7 kilométeres szakasza a vonal keleti ága, 1979. június 30-ra elkészült.

A MARTA állomások zöme kétszintes, gyalogos csarnokból és peronokból álló rendszer. Érdekes a 17 méterrel a föld felszíne felett épített metróállomás. Az állomásokon zártláncú tv-rendszert építettek ki. A peronokon érmével és mágneskártyás jeggyel működő peronzárak vannak.

Az állomási peronok hossza 183 méter, így a vonal teljes hosszában nyolckocsis szerelvények közlekedhetnek.

Működésének első időszakában (1979–1990) azonban az utazási igények még négykocsis szerelvényekkel is kielégíthetők.

Az „A" ütem mintegy 100 kocsiját francia cég szállította. A kocsik 22,8 méter hosszúak, 3,2 méter szélesek, befogadóképességük: 68 ülő- és 132 állóhely. A kocsikban 3–3 automatikusan működő ajtó van.



Felszíni állomás

A MARTA szerelvények maximális sebessége 112 kilométer/óra, átlagos utazási sebességük 45 kilométer/óra. A kocsik alumínium szekrényűek, légkondicionáltak. A tápfeszültséget, a 750 voltos egyenáramot, a vágánnyal párhuzamos harmadik sín hordozza.

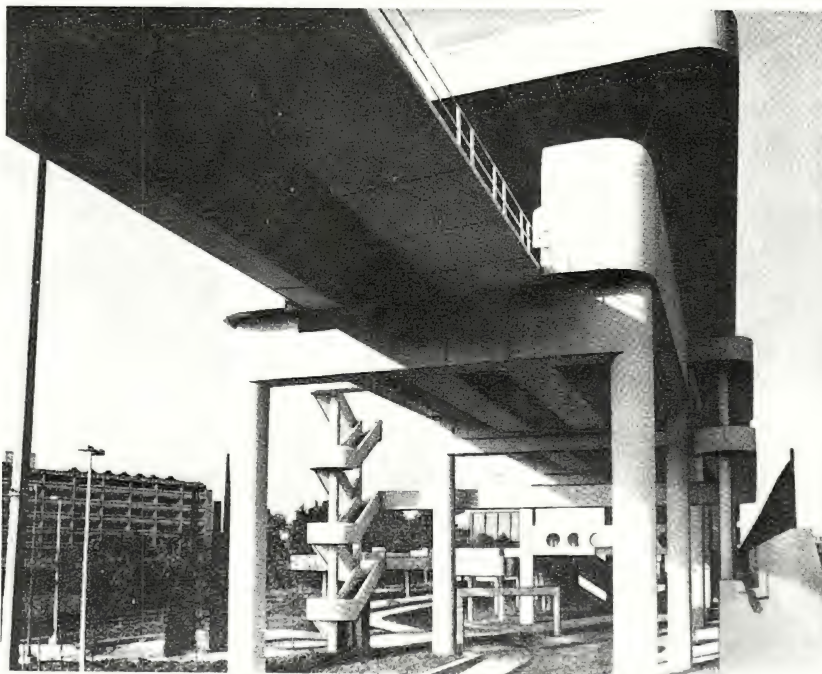
A vasútbiztosító berendezés számítógéppel vezérelt automatikus vonatvezető rendszer. Az irányító személyzet a vonatszemélyzettel és utasokkal rádiókapcsolatot létesíthet.

Az „A" ütem további részei: az 1979 decemberében átadott nyugati vonal a Georgia State és Hightower között és az 1981-ben megnyílt észak–déli vonal a Garnett Station és a North Avenue Station között.

Az „A" ütemben összesen 7,2 kilométer felszín alatti, 5,8 kilométernyi magasvezetésű, és 9 kilométeren át a felszínen vezetett vasútvonal épült.

A szavazók által 1971-ben jóváhagyott 84,8 kilométeres hálózat kiépítése a költségvetési hozzájárulás csökkenése miatt az eredetileg tervezettnél lassúbb ütemben folyik.

Magasvezetésű szakasz állomása



Állomási részlet



Baku

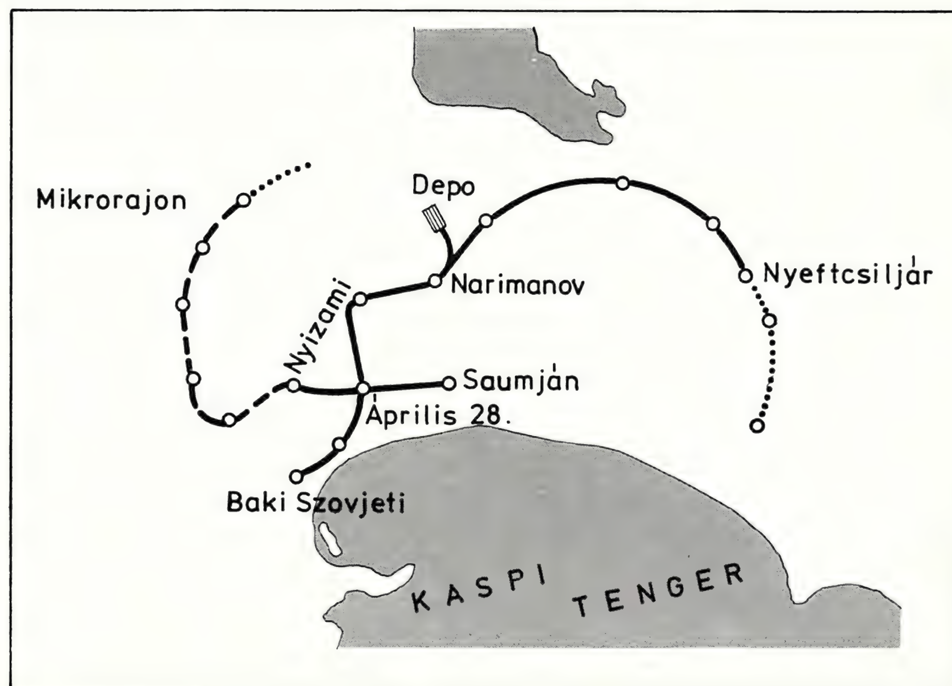
Azerbajdzsán közel 1,5 milliós fővárosa a Kaspi-tenger keleti partján fekszik. Területe 150 négyzetkilométer és a tengerpart mentén 20 kilométeres sávban épült.

A metró építése már 1949-ben elkezdődött, de a talajviszonyok miatt rendkívül nehéz építési körülmények és az építés 1953 és 1961 közötti leállítása következtében csak 1967. november 7-én nyitották meg az első 10 kilométeres szakaszt 4 mélyállomással és 2 burkolat alatti állomással, a „Baki Szovjeti" és „Narimánov" állomások között, valamint egy elágazó vonalszakaszt, az „Április 28" állomástól Saumján-ig.

1970-ben a vonalat keleti irányban egy állomással bővítették, néhány év múlva pedig 6,3 kilométerrel meghosszabbították Nyeftcsiljar állomásig. A másik vonalszakasz meghosszabbítását nyugati irányban a „Nyizami" állomásig 1973-ban nyitották meg. A hálózat teljes hossza 1981-ben 22,6 kilométer.

Az építés során a bonyolult hidrogeológiai viszonyok miatt levegőtúlnyomásos munkateret (keszon), mély talajvízszint-süllyesztést, talajfagyasztást és talajszilárdítást is alkalmazni kellett.

A terepviszonyok miatt a vonalon a legkisebb ívsugár 300 méter, a maximális emelkedő 40‰.



Baku metróhálózata

A 100 méter hosszúságú állomásokat kis mélységben, monolit vasbetonból építik, az alagutak előre gyártott vasbeton blokkokból, vagy vasbeton szekrényelemekből készülnek.

A vasúti pálya széles (1524 milliméter) nyomtávú, 50 kilogramm/folyóméter tömegű, 320 méteres szakaszokban hegesztett sín, talpfákon és betonágyazaton. Az állomások hosszán bebetonozott talpfákat használnak. Minden ötödik talpfa hosszabb, ezek szolgálnak az áramvezető – úgynevezett harmadik – sín függesztő tartóinak leerősítésére.

A kocsipark és az üzemi berendezések megegyeznek a moszkvai és más szovjet városokban használatos berendezésekkel.

Üzemi érdekesség, hogy ez az egyetlen szovjet metró, ahol szintbeli vonalelágazás van (az „Április 28" állomásnál).

A forgalom intenzitása óránként 30 vonatpár, 5 kocsis szerelvényekből.

A távlati vonalhálózat koncepciója az első vonal mindkét irányú meghosszabbítását (a tervezett teljes vonalhossz 30 kilométer) és a második vonal (35 kilométer hosszú) gyűrűs vonallá fejlesztését irányozza elő. A tervnek megfelelően a következőkben az 1. vonal 6 kilométeres déli és a 2. vonal északi irányú 6 kilométeres meghosszabbítására kerül sor. Az új vonalszakaszok és állomások a már meglévő vagy a tervezett utak alatt épülnek, nyitott módszerrel, előre gyártott vasbeton szerkezetekből.



Középperonos állomás

Barcelona

Barcelona Spanyolország igen jelentős ipari és kereskedelmi központja. Katalónia fővárosa. A festői kikötőt, mely már a föníciaiakat is kiszolgálta, szűk utcák és öreg házak övezik. Az újabb modern városrészben, ahol több mint 1,5 millió ember él és dolgozik, már széles sugárutak húzódnak északról délre sakktáblaszerű elrendezésben.

A metróhálózat meglehetősen gyorsan kialakult, és ma már 6 vonalból áll: a 1–5-ös sorszámú vonalakat a város üzemelteti, az úgynevezett „Sarria vonalat" egy magántársaság.

A 3. vonal volt az első metróvonal. Nyomtáva 1435 milliméter, 1260 voltos felsővezetékkel. Ezt a vonalat 1924. október 31-én indították. Itt kisebb méretűek, rövidebbek az utasterek (például a peronhossz 50–70 méter). Az évi szállítási teljesítmény 57 millió utas.

Ezen a vonalon építettek először 3 peronos állomásokat a Diagonal és Aragon állomásokon. Így elkülöníthetők a ki- és beszálló utasok és rövidül a vonatnak az állomáson a tartózkodási ideje. Innen ered a spanyol rendszer elnevezés e megoldásra.

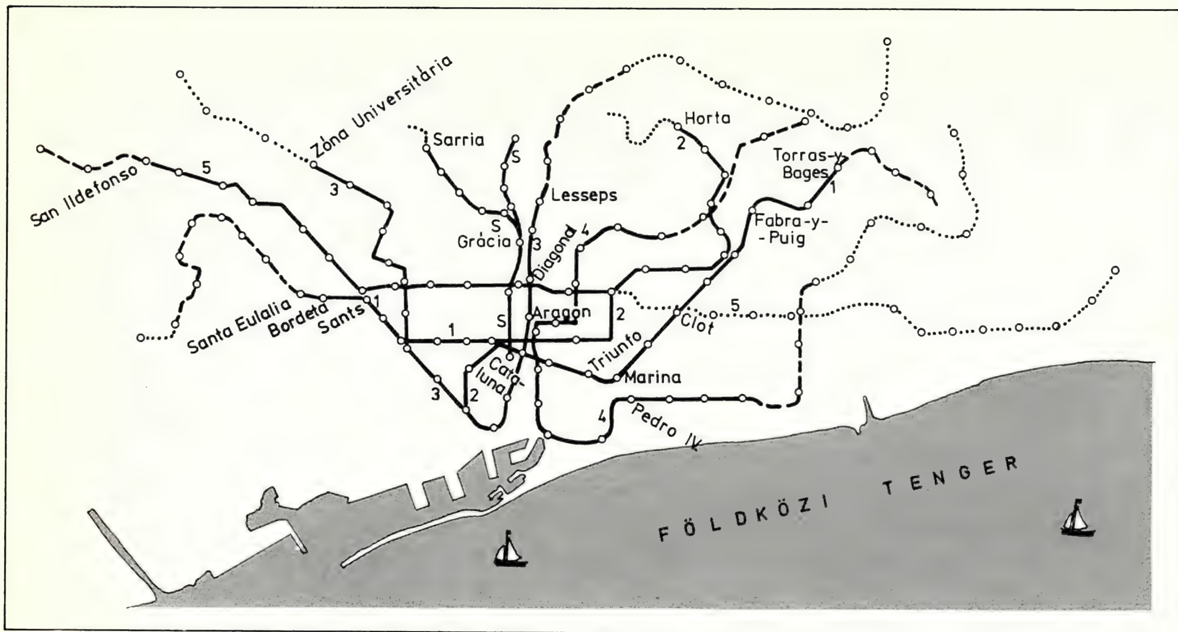
A 3. vonal ma 10,9 km hosszú, 17 állomással (korábban független vállalaté volt, Gran Metropolitano de Barcelona S. A. névvel) Lesseps állomástól dél felé vezet, Aragon felé a város szívébe, majd észak-nyugatra fordul a Zóna Universitária végállomásig.

A legfontosabb vonal az 1. vonal. Évente 130 millió utast szállít, hossza 12,2 kilométer, 20 állomással. Az alagúti szakasz hossza 11,0 kilométer.

Az 1. vonalat úgy tervezték, hogy kétvágányos összeköttetése legyen a nagyvasúttal, keresztül a városon. Ezért átvették ennek 1674 milliméteres nyomtávát. A négyszögletes keresztmetszetű alagút szélessége 8 méter és 5,5 méter magas a sínkorona felett. A harmadik sín tápfeszültsége 1500 volt és a két futósín között helyezkedik el.

A motorkocsi adatai is érdekesek: hosszuk 16,5 méter, 3,14 méter szélesek, tömegük 54,8 tonna. Befogadóképességük: 60 ülő- és 386 állóhely egy két kocsiból álló vonategységen. Ezeket a kocsikat Egon Erwin Kisch egyik útikönyvében „utazó csarnoknak" nevezte. A normál nyomtávú vonalakon a kocsik szélessége 2,75 méter, illetve 2,49 méter.

A vonal első szakaszát Bordetától Catalunáig 1926-ban helyezték üzembe. Triunfóig és Santa Euláliáig a vonalhosszabbítást 1932 júliusában helyezték forgalomba, majd a Marina állomásig 1933. áprilisában. A további építést a polgárháború akadályozta meg. Így a Clot megállót csak 1951 júniusában fejezték be, és végül egy év múlva Fabra-y-Puig-ot érték el. A vonal 1,2 kilométeres szakasza Sants és Santa Eulália között a felszínen fut.



Barcelona metróhálózata

Az 5. vonal hossza 9,70 kilométer és 13 állomásból áll. Ez a vonal azért érdekes, mert itt hajtották végre a próbafutásokat azzal az automatikus vonatbefolyásoló berendezéssel, melyet az 1. vonalon is bevezettek.

Az 5. vonalat 1959. július 21-én helyezték üzembe és 1963-ban kereken 13 millió utast szállított. 1260 voltos egyenáramú felsővezetékkel működik, a nyomtáv 1435 milliméter.

A 2. és 4. vonal 15,5 kilométer hosszú, 22 állomással.

A Sarria vonal párhuzamosan halad a 3. vonallal Catalunától észak felé. A Gracia állomáson elágazik nyugat felé és a Sarria állomáson van ennek az ágnak kapcsolata a nagyvasúttal. A vonal hossza 8,0 kilométer, állomásainak száma 13.

Az önálló Sarria vonal eredetileg a Cataluna gőzvasút vonalának egy része volt. A városban futó részt kiegészítették egy alagúti vonalszakasszal, amely 1954-ben készült el. Ez normál nyomtávú, tápfeszültsége, mint a 3. vonalon, 1260 voltos egyenáram.

A teljes hálózat 56,3 kilométer hosszú, 85 állomással.

A vonalak általában a felszínről, nyitott építési módszerrel épültek, burkolat alatti vonalként. A két vágány a párizsi elrendezést követve mindig közös alagútban halad. Az állomások nagyrészt oldalperonosak.

Mind a négy vonalon blokkrendszerű biztosítóberendezés működik. A vonatbefolyásolási kísérleteket 1963-ban kezdték az 5. vonalon. A berendezés érdekessége, hogy a motorvezérlés reléjét rendkívül érzékeny fotocellák működtették. A motorkocsik alatt ezért egy fényforrást és két fotocellát helyeztek el. A relét a fotocellákra eső fény vezérli. Ha szükséges, a fénynyalábot egy-egy lemezke megszakítja, melyeket a sínek közé, ezzel párhuzamosan a talpfákra szereltek.

Az automatikus üzemmód az áramfelhasználás 9%-os csökkentését eredményezte.

A kormány 1963-ban elrendelte a metróhálózat bővítési tervének kidolgozását. Ezt a barcelonai közlekedési közös bizottság készítette el.

Három évvel később, 1966-ban Barcelona metróhálózata címmel jelent meg egy tanulmány, mely 78,6 kilométer hosszú, 108 állomással rendelkező metróhálózatot irányoz elő.

Később újabb tervjavaslatok után, 1974-ben elkészült az új terv, amely 7 vonalból álló, összesen 130,0 kilométer hosszú, 170 állomást tartalmazó hálózatra vonatkozik, belevéve a Sarria vonalat is.

A barcelonai metróhálózat utóbbi 12 éves fejlődése igen figyelemreméltó. 1971-ben szüntették meg az utolsó villamosvonalat, minthogy a várost már jól behálózza a metró.

Ugyanebben az időben az éves utasszám 213,92 millióról 260,29 millióra növekedett.

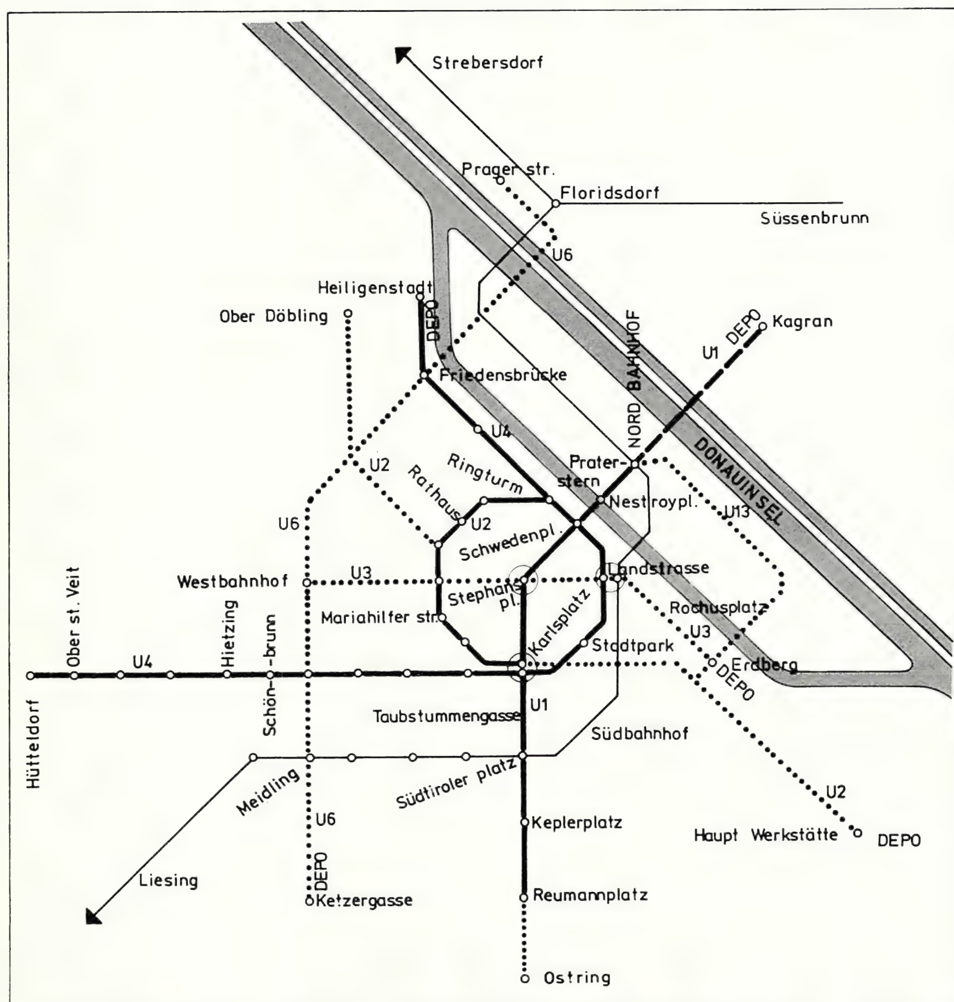
A hálózat használhatóságát az egységes kialakítás hiánya befolyásolja. Kétféle nyomtáv van és az áramellátás 3-féle módon, 2 feszültségszinten történik. Az új vonalakon alumínium áramvezető síneket használnak, 1260 voltos feszültséggel.

A jelenleg építés alatti szakaszok hossza 12 kilométer (az 1., 3., 5. vonalak meghosszabbítása). 1982-ben 3,2 kilométer új vonal üzembehelyezésére kerül sor, 3 állomással.

Bécs

A földalatti vasút építésének gondolata Bécsben már a század elején felvetődött, de a történelem alakulása mindig megakadályozta az építés elkezdését.

A fordulatot az 1966-os év jelentette, amikor határozat született az S-Bahn vonalakat és 7 metróvonalat magába foglaló nagyszabású gyorsvasúti hálózat létesítéséről. A város vezetői felismerték, hogy a korszerű városfejlesztés három súlypontja, a lakás, a közlekedés, a szolgáltatások létesítményei közül komplex jellege miatt kiemelt szerepet játszik a metróépítés.



Bécs metróhálózata

Ez tükröződik a hálózatkialakítás fő szempontjaiban is, melyek a következők:

– A gyorsvasúti rendszernek át kell vennie a vezető szerepet a tömegközlekedésben (a felszíni közlekedési hálózatot a gyorsvasúti hálózathoz kell igazítani);

– A két gyorsvasúti rendszer kiépítését úgy kell végezni, hogy kiegyensúlyozott, nagy teljesítményű rendszert alkossanak együtt. A teljes, körülbelül 160 kilométeres hálózat először megépülő törzshálózata 80,6 kilométer hosszú lesz. 5 vonalból fog állni, amelynek elágazó vonalszakaszai is lesznek;

– Az új gyorsvasúti vonalaknak a településfejlesztés számára új területeket kell feltárnia (lakóterületek, szabadidő-területek, gyalogos zónák).

Az alaphálózatból első ütemben megvalósuló úgynevezett szűkebb törzshálózatot (25,3 kilométer összhosszúságú rész) 1968-ban fogadta el a városi magisztrátus.

Az S-Bahn hálózat törzsét a Südbahnhofot a Nord-Bahnhoffal összekötő vonal adja, ebből ágaznak ki a többi vonalak. Ezt a hálózatot az államvasutak üzemelteti és nagyrészt a meglévő vasúti pályákon működik elővárosi jelleggel.

Bécsben is, más városokhoz hasonlóan a belváros összeköttetése a külső városrészekkel az elsődleges cél, amit a felszíni gépkocsiforgalom helyettesítésének sürgető szükségessége magyaráz. A hálózat a vasút és metró közvetlen kapcsolatának megteremtését is szem előtt tartja.

A szűkebb alaphálózat építése 1969 végén kezdődött a Karlsplatz körzetében. Lényegében 3 vonalból áll, az U_1, U_2 és U_4 vonalakból.

Az U_1 vonal a város legsűrűbben lakott, déli, Favoriten negyedéből indul és jut el a belváros szívébe a Karlsplatzra (Bécs Deák Ferenc terére) és halad tovább a Duna-csatorna alatt északkeleti irányba. A vonal építési hossza az első ütemben 6,0 kilométer, melyből az első 3,6 kilométeres szakaszt a Reumannplatz és Karlsplatz között 1978. február 25-én indították meg. A jóváhagyott program végrehajtása közben 1976-ban leszakadt a Reichsbrücke. Az új híd tervezésére kiírt pályázatnál már az U_1 vonal északkeleti irányú meghosszabbítását is számításba vették, ezzel a vonal 10,6 kilométer hosszú lesz és a Kagran téren lesz a végállomása. A vonalat később Ostringig hosszabbítják meg a déli végénél. 1979-ben adták át a vonal következő szakaszát a Stephansplatzig és 1981-ben készült el a Praterstemig.

Az U_2 vonal félkör alakú első szakaszának építése lényegesen kisebb ütemben, de párhuzamosan folyt az U_1 vonal építésével. A forgalom 1980-ban a 3,5 kilométeres vonalon megindult.

Az U_4 vonal esetében tulajdonképpen a Hütteldorf-Heiligenstadt között üzemelő 16,0 kilométer hosszú Stadt-Bahn átépítéséről van szó. Még 1976-ban befejeződött a vonal első 2,4 kilométeres szakaszának átépítése és ezzel egyidőben elkészült a hozzá csatlakozó járműtelep. Ezen a szakaszon történt az új szerelvények próbafutása is. 1978-ban a vonal Heiligenstadt–Karlsplatz közötti szakaszát indították, és 1981-ben fejezték be a munkát. Fontos megjegyezni, hogy az átépítés alatt a vasútüzemet végig fenntartották.

A szűkebb alaphálózat megvalósítási költségeit 1977-ben 18,2 milliárd Schillingre becsülték.

A költségek pénzügyi forrásának nagyobb részét a város bevételei adják. Az állami hozzájárulás mindössze 2,4 milliárd Schilling. Ezen kívül állami csatornákon évi 250 milliós speciális adójövedelemmel, az U_1 vonal meghosszabbítására pedig évi 250 milliós gépjárműadóbevétel felhasználásával számolhatnak.

A metróvonalakat általában a külterületeket a városközponttal összekötő átmérős vonalak jellemzik.

Az első ütemben a csak belső városi forgalmat lelátó U_2 vonal később átmérős vonallá alakul át. Eltérő az U_6-os vonal, amely meglévő Stadt-Bahn vonal átalakítása.

A vonalak mélységi vezetésére jellemző annak az elvnek betartása, hogy a peronszint minél közelebb legyen a felszínhez. Ezt erősíti, hogy számításaik szerint a kéreg alatti kiépítés költsége 50%-a a mélyvezetésű kiépítés költségeinek. Ebből következik, hogy ahol műszaki adottságok nem indokolják – mint a Karlsplatzot az 5 szintű keresztezés (30 m), a Stephansdom mellett az épület védelme (25 m), vagy a Duna-csatorna kereszteződése (22 m) – ott 10–14 méter mélységben épül ki a vonal, de jelentős felszíni szakasza is lesz (a Pratersterntől az új Duna-hídon át a Kagranig történő meghosszabbítás).

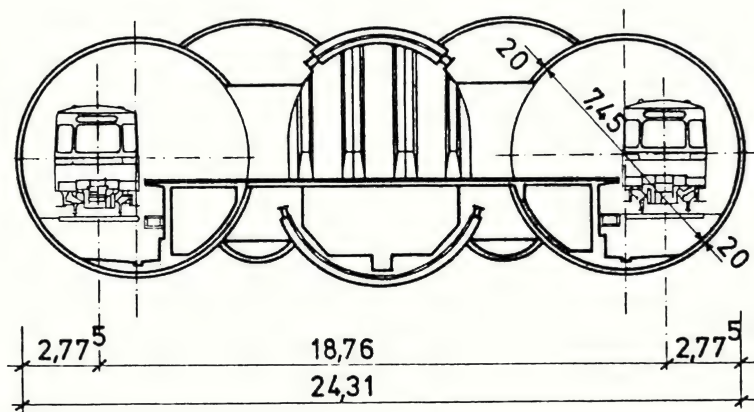
Az alaphálózat 25,3 kilométernyi szakaszain 35 állomás van, az átlagos állomástávolság 770 méter.

A pályatervezésnél 300 méter minimális ívsugárral (0,65 méter/másodperc^2 oldalgyorsulás) és 40‰ maximális lejtéssel számolnak. (Budapesten a hasonló adatok, minimális ív: 500 méter, maximális lejtés 30‰.)

A zártrendszerű építést gépesített, illetve a két mélyállomásnál (Südtirolerplatz, Karlsplatz) kézi alagútépítő pajzsok felhasználásával végezték. A vonalak többi részét és állomásait felülről, nyitott módszerrel építették.

Az U_1 vonal Karlsplatz állomás alagútjai 30 méter mélyen, zárt módszerrel, kézi pajzzsal épültek. Érdekessége az állomásnak, hogy nem öntöttvas, hanem acél tübbingekből építették, gondoskodva a korrózióvédelemről.

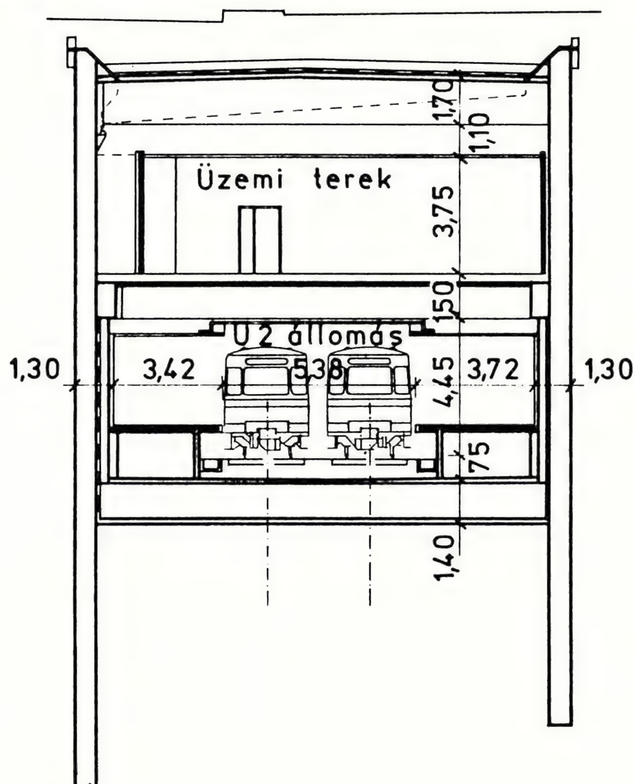
Az U_2 vonal Karlsplatz-i állomásán 15 méter mélyen és az U_4 vonal állomásán 10 méter mélyen nyitott módszerrel, réseléses technológiával hajtották végre az építést.



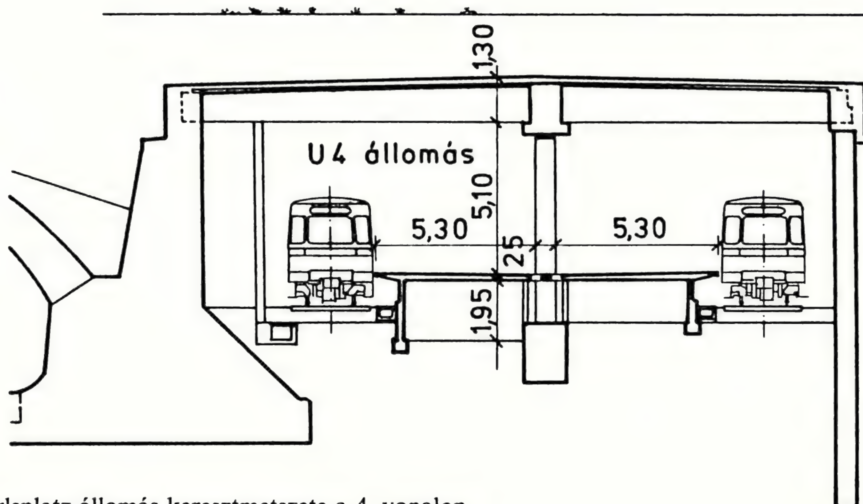
Karlsplatz állomás keresztmetszete az 1. vonalon

Az U_1 vonal Karlsplatz-i mélyállomása 115 méter hosszú, a peronszélesség 3,5 méter, a két peron között 21 méter hosszú elosztócsarnok van, mindkét végén 3-karú mozgólépcsővel, amely a gyalogos-aluljáróhoz csatlakozik. Ezenkívül a peronszintet és a legfelső utasszintet felvonóval is összekötötték.

Újszerű építészeti megoldás, hogy az állomás teherhordó szerkezetei (hegesztett acéltübbing, acéloszlopok) szabadon láthatók egyes helyeken. A felhasznált burkolatok a mennyezeten luxa-clair, a padlón aszfalt, az oldalfalakon emailozott lemez,



Karlsplatz állomás keresztmetszete a 2. vonalon



Karlsplatz állomás keresztmetszete a 4. vonalon

vagy hajlított üveg. Hasonló kialakítású a másik zárt módszerrel épült „Südtirolerplatz" mélyállomás is. Jellemző, hogy a körszelvényű alagutakból épült állomásokon a belső tér burkolata követi az acéltübbing ívek alakját.

A másik állomástípus – a felülről, nyitott módszerrel épülő állomások – szerkezeti és építészeti kialakítását a „Taubstummengasse" állomás jellemzi. Az ilyen típusú állomásokon (Reumannplatz, Keplerplatz stb.) a belső beépítést egységes méretű panelekkel oldották meg. A panelek színes, emailozott térelemekből állnak, az álmennyezet burkolata perforált. A középelrendezésű peronok befüggesztett álmennyezettel épültek, kétoldalt a biztonsági zónákban fénycső-csík világítással. A világítást úgy oldották meg, hogy az ernyőszerűen a peron fölé boruló álmennyezet alatti tér erősen megvilágított, míg a vágányok fölötti és mögötti falsíkok sötétek.

Jellemző építészeti koncepció, hogy a különböző panelek (falpanelek, ülőpadok, automaták, térképek stb.) mindenütt azonos méretűek, csereszabatosak (1250 milliméter osztásúak) és az utastájékoztató elemek is részét képezik a burkolatnak.

Meg kell még említeni, hogy a nyitottan épült Reumannplatz állomás felett 250, a Taubstummengasse felett 130 férőhelyes garázs is van (a havi bérleti díj 300 Schilling.)

A vonalon kétkocsis vonategységből képezhető szerelvények közlekednek. Az egyik kocsin van a vezérlő-kapcsoló berendezés és a légkompresszor, a másik kocsin az áramátalakító és az akkumulátor telepek. Mindkét kocsi kerékpárjai meghajtottak. Biztonsági okokból a legkisebb szerelvény két egységből áll, a berendezéseket három ilyen egységre méretezték. A 6 kocsis szerelvény hossza 108 méter, befogadóképessége 840 utas (294 ülőhely, 546 állóhely, 4 fő/négyzetméter fajlagos értékkel számolva).

A kocsik minden kerékpárja hossz-elrendezésű 200 kilowatt teljesítményű, 750 volt feszültségű egyenáramú motorokkal hajtott. (Kísérleteket végeznek egy vonategységnél az aszinkron hajtással is.)

A motorok vezérlése szervomotoros csoportos ellenállás kontrolleres, 35 menet és 13 fékező fokozattal. A fékezési tartományban 80 kilométer/óra és 20 kilométer/óra között a szabályozás tirisztoros gerjesztés-szabályozóval történik, 20 kilométer/óra alatt fékellenállásokat kapcsol a berendezés, a teljes megállítást levegő-működtetésű tárcsafékek végzik.

A kocsik automata légfűtéssel, kényszer-szellőztetéssel és fénycső-világítással ellátottak.

A követési idő csúcsidőben 3 perc, egyébként 5 perc. Az állomási tartózkodási idő alacsony forgalmú állomáson 20 másodperc, nagy forgalmú állomáson 30 másodperc, az átlagos utazási sebesség 31 kilométer/óra.

A kocsik tárolása ideiglenesen az U_1 vonalon, a végállomási kihúzóalagútban történik, itt végzik el a revíziókat és a kisebb javításokat is (erre a célra aknás vágányokat építettek).

A 25 kilométeres szűkebb alaphálózat kiszolgálására közös járműjavító telep épült. Fő létesítményei egy 33 kétkocsis vonategység tárolására alkalmas kocsiszin, egy 5000 négyzetméter alapterületű, 5 vágányú (3 aknás, 2 emeléses) javítócsarnok és az ehhez csatlakozó mintegy 1700 négyzetméteres műhely és szociális rész.

A vontatási áramellátás a városi 10, illetve 20 kilovoltos hálózatról táplált, 1,9 kilométerenként elhelyezett vontatási alállomásokról történik. Az alállomásokat úgy méretezték, hogy egy alállomás kiesése esetén a szomszédos állomás átvehesse a terhelést és 3 perces követési idővel a forgalom fenntartható legyen.

Az áramátalakítás 3000 kilowatt teljesítményű száraz transzformátorok és 800 volt feszültségű 3000 amper névleges áramú szilíciumdiódás egyenirányítókkal tör-

ténik. Túláram esetén elektronika ellenőrzi a tápáramkört és ha megszűnt a rövidzár, automatikusan kapcsol vissza.

A bécsi metró legkorszerűbb eleme az áramellátás számítógépes távvezérlő rendszere. Ennek lényege, hogy valamennyi vontatási alállomás egy központból ellenőrizhető és kezelhető. A kezelő tasztaturával, színes grafikus tv-monitorra lehívható a kívánt állomás kapcsolási vázlata, amelyen leolvasható az üzemállapot (feszültség, kapcsolók állása stb.).

A grafikus monitoron van egy fénykereszt, melynek a kapcsolódó készülék szimbólumára való rávitelével és a tasztatura megfelelő nyomógombjának („be" – „ki") működtetésére a kapcsolás azonnal megtörténik. A számítógép software-ja úgy korlátozza ezt, hogy csak a lehetséges kapcsolás végezhető el.

Egy másik monitoron alfa-numerikusan jelenik meg az üzemállapot, veszély esetén a szöveg villog. A kapcsolást a gép automatikusan jegyzőkönyvezi és kinyomtatja.

Az alkalmazott duplikát számítógép-rendszer egyenként 48 kByte kapacitású, energiaellátása megszakításmentes. A központot a Karlsplatzi vonal felett a föld alatt helyezték el a forgalmi és segédüzem diszpécserrel közös, 490 négyzetméter alapterületű helyiségben. A megoldás lényegéhez tartozik, hogy a szükséges mértékben folyamatosan bővíthető.

Igen korszerű a vasútbiztosító berendezés. A vonatok érzékelése a 9,5–14,5 kHz frekvenciájú sínáramkörök (hosszuk általában 300 méter) segítségével történik. A biztosító berendezés a kiépítés szempontjából spurplan technikával készült.

Alkalmazzák az automatikus vonatvezetési rendszert is (Siemens LZB 503 típus), amely lehetővé teszi, hogy a pálya bármely pontján az előírt sebesség összehasonlítható legyen a tényleges sebességgel. A sebesség túllépése automatikus fékezést von maga után.

A 4 méternél nagyobb szintkülönbségek áthidalására a szűkebb alaphálózaton 108 mozgólépcső beépítését tervezik. A lépcsőket évi 17 ezer kilométernyi futásra, 20–30 év élettartamra tervezik. Névleges szállítási teljesítményük 0,64 méter/másodperc mellett 11 ezer utas/óra, hajlásszögük 27–30°.

Minden lépcső kontaktszőnyeges indítású. Szerelésüket megkönnyíti, hogy összeállításuk 4000 kilogramm tömegű, előszerelt szekciókból történik. Ott, ahol nincs fix lépcsős kijárat, 20 személyes, párosával telepített tandem rendszerű – az utasok által kezelhető – lifteket is beépítenek.

Az alagutak és állomások levegő-hőmérsékletének és széndioxid koncentrációjának függvényében önműködő szabályozású ventillátorok gondoskodnak a szellőzésről. Ez úgy történik, hogy télen friss levegőt adnak be a ventillátorok úgy, hogy a hőmérséklet 15–20 °C között maradjon. Nyáron pedig elsősorban éjjel 0–4 óra között végeznek igen intenzív szellőztetést.

A huzatcsökkentés érdekében teljesen új rendszert vezettek be. A vonalalagutakat az állomások előtt és után összekötik és ide igen nagy teljesítményű szabályozható ventillátorokat építettek be. Ezek gondoskodnak a vonat dugattyúhatására mozgásba jövő levegő elszívásáról azért, hogy a nagy sebességgel áramló levegő nagy része ne jusson be az állomásba.

A tervek szerint 1983-ra 32,8 kilométer lesz az üzemelő hálózat hossza.

Boston

Boston Massachusetts észak-amerikai állam fővárosa, kb. 600 ezer lakosú város. Hatalmas kereskedelmi kikötővel rendelkezik, fejlett ipari város, amely az Egyesült Államok szellemi életében is vezető szerepet visz. Itt van Cambridge-ben Amerika legrégibb és ma is világhírű Harvard egyeteme és a Massachusetts Institute of Technology műegyetem. Boston a 2641 négyzetkilométer területű, körülbelül 3 millió lakosú település központja.

A földalatti építése 85 éves múltra tekint vissza. 1897-ben nyílt meg az első földalatti vonalszakasz, amely mint földalatti villamos üzemelt, a Tremont Streeten 5 állomással, 2,9 kilométer hosszban. Ezt a rendszert továbbfejlesztették elágazó vonalakká, úgyhogy 4 villamosviszonylat közlekedett a város belső részében a föld alatt.

Az első metró 1901-ben nyílt meg. Nagyrészben magasvezetésű szakaszokkal Everett-et köti össze Forest Hills-szel. A városközpontban egy 2 kilométeres alagúton halad át 4 föld alatti állomással. A Charles és Mystic folyókat hídon keresztezi. A megnyitáskor a föld alatti szakasz még nem volt készen, így 1908-ban egy közúti alagúton keresztülvezetve üzemeltették.

A következő vonal Kelet-Bostonból Bowdoin-ba vezet. Ennek első szakaszát 1905-ben helyezték üzembe. 1924-ig villamosok közlekedtek e vonalon. Ez a vonal teremt kapcsolatot a kikötővel és a repülőtérrel is, 3,2 kilométeres szakasza vezet alagútban.

A harmadik metróvonal Cambridge-ből Dorchester-be vezet. 1912-ben helyezték üzembe a vonal első szakaszát és 1928-ban készült el teljes hosszban (14,5 kilométer), 10,5 kilométeres alagútban fekvő szakasszal. Az 1960-as években meghosszabbították a vonalakat, úgyhogy ma a metróhálózat 62,5 kilométerre növekedett, 4 vonallal és 44 állomással. Folyamatban van további vonalépítés is.

1964 óta a teljes város és a környék tömegközlekedését a Massachusetts Bay Transportation Authorithy (MBTA) üzemelteti.

A föld alatti szakaszok egy része a régi burkolat alatti vonalszakaszok, a párizsi metróhoz hasonló méretekkel, a mélyebb szakaszok pajzsos alagútépítési módszerrel, vagy részben bányászati módszerrel épültek. Egyik megoldásnál az alagút oldalfalait bányászati módszerrel építették és a falakra támaszkodó fél pajzzsal készítették el a felső boltozatot. Kör keresztmetszetű, 7,35 méter külső átmérővel épültek kör alakú pajzzsal is alagutak, amelyeket egy külső faburkolattal készítettek, majd belülről szigetelve egy belső vasbeton köpennyel támasztottak meg. A kikötő alatt 7,3 méter átmérőjű acélcsöveket süllyesztettek le és ezekbe beépített betonfalazattal alakították ki az 5,6 méter belső átmérőjű alagutat.

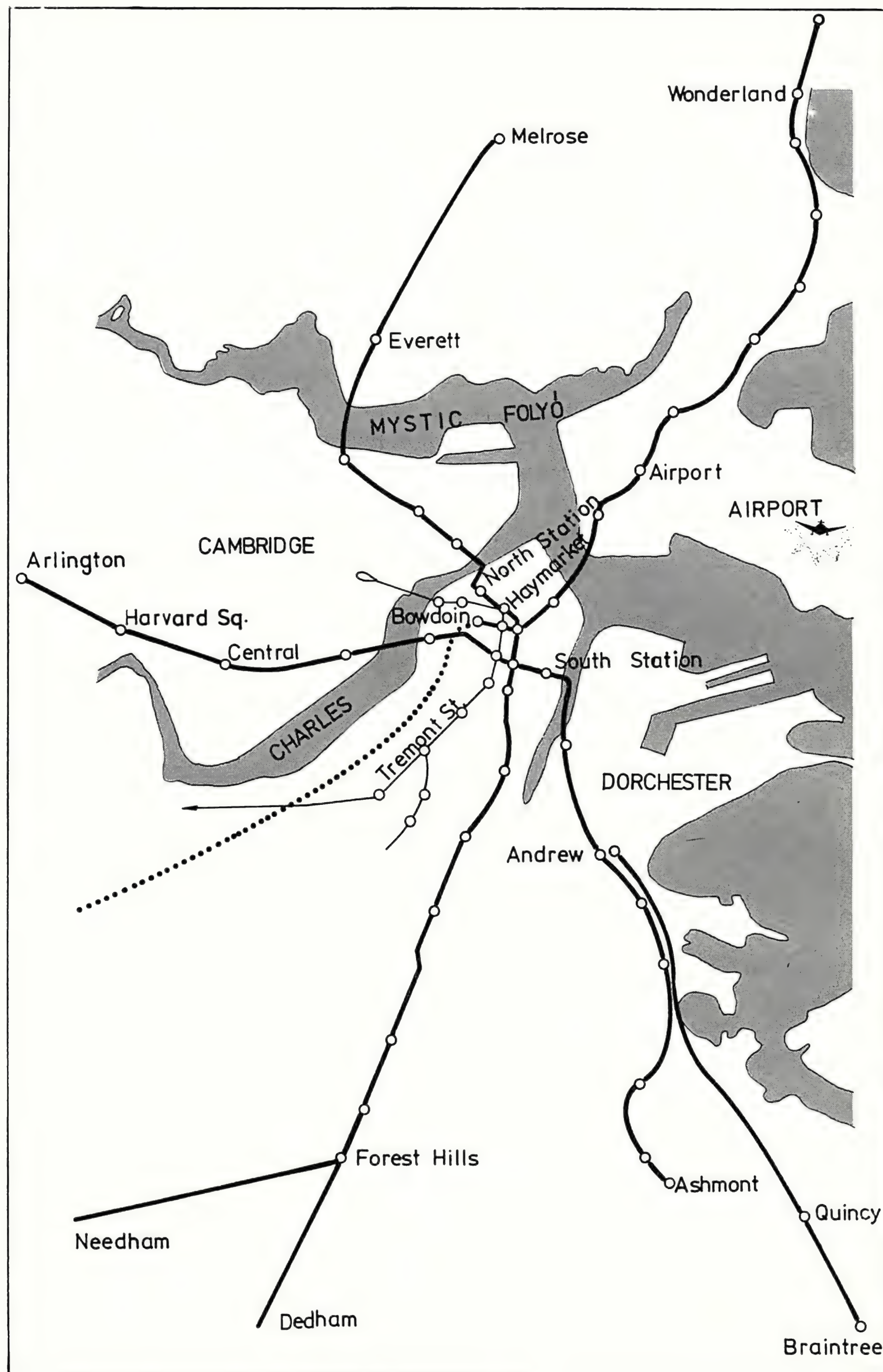
Az állomásokat nem egyforma hosszúra építették, 76–146 méteres peronhosszak készültek. Tervbe vették az egységes kiépítést, hogy mindenütt 8 kocsis vonatok közlekedhessenek.

A vasúti pályán 120 méter a legkisebb sugár és 50 ezrelék a legnagyobb emelkedő. A vontatási áram 600 voltos egyenáram, harmadik síneș felsőtapintású táplálással.

Egy vonalon felsővezetékes megoldást alkalmaztak. Egy-egy kocsi 213 férőhellyel, ebből 58 ülőhellyel rendelkezik.

A legkisebb vonatkövetési idő 2 perc. A hétköznapi utasszám 530 ezer volt 1980-ban.

Boston metróhálózata



Brüsszel

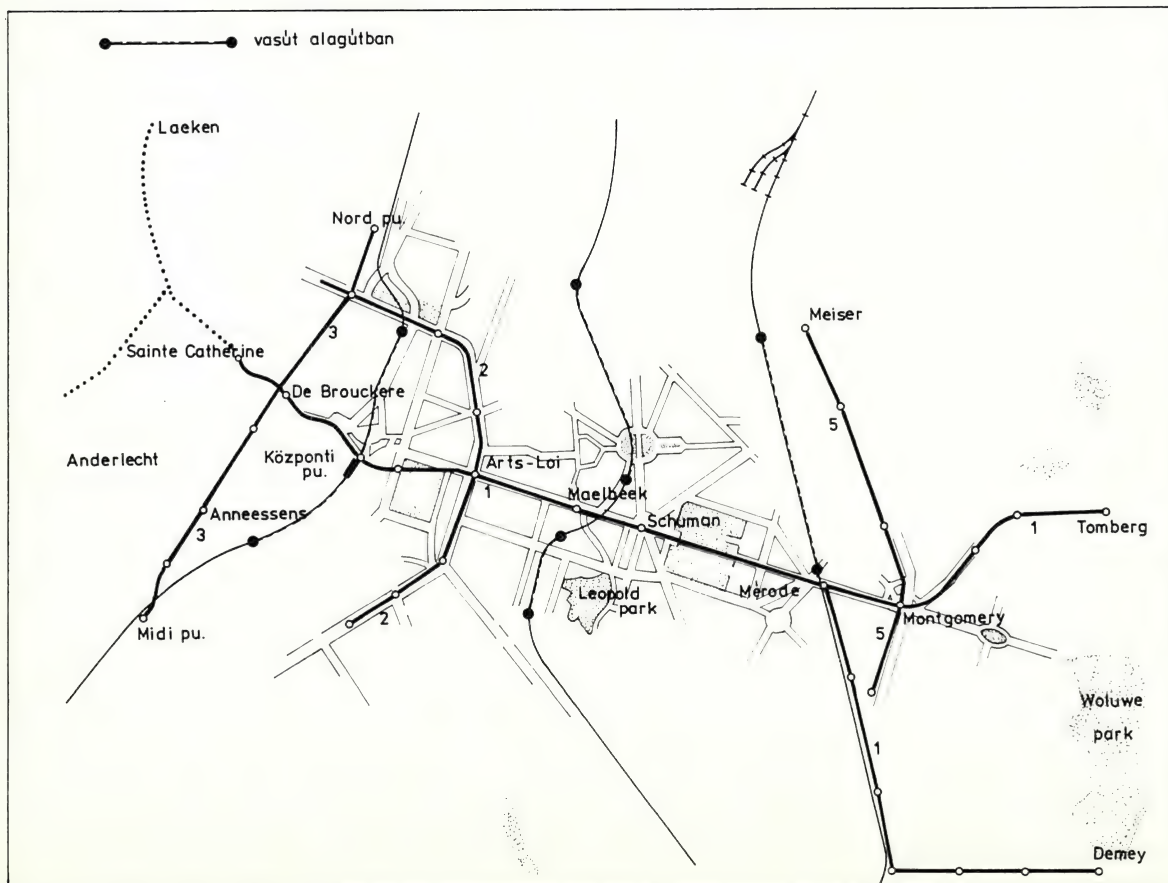
A belga fővárosban 1976. szeptember 20-án a király jelenlétében avatták fel az első brüsszeli metrószakaszt, a 10 kilométeres nyugat–keleti irányú vonalat, 18 állomással.

A metró építésére olyan távlati tervet fogadtak el, amely egy 60 kilométeres földalatti hálózat építését irányozza elő 5 vonallal a brüsszeli agglomeráció ellátására, melynek lakossága 1,2 millió és területe 250 négyzetkilométer.

A metró építésénél a tömegközlekedés előnyösebbé tétele mellett, nagy súlyt helyeztek arra is, hogy az erősen zsúfolt utakon és csomópontokban minél előbb felszámolják a felszíni villamosközlekedést. Ez utóbbi szempont előtérbe kerülése eredményezte azt, hogy rövid szakaszokat építettek meg először a város központi részében. Ezeket előmetróként (premetró), a közúti villamost bevezetve üzemeltetik. Így a legzsúfoltabb belvárosi csomópontokban és útvonalakon hamar meg tudják szüntetni a villamost és emellett hasznosítják a rövid metrószakaszokat is. Természetesen a villamossal üzemeltetett szakaszon kisebb teljesítmény érhető el és nem szűnik meg a felszíni forgalom akadályozó hatása.

Ha a vonalszakasz hosszabban kiépül, áttérnek csekély átalakítással a metróra.

Az első 3,6 kilométer föld alatti szakasz 1965-ben kezdett működni kelet–nyugati tengellyel, premetró jelleggel. A második metróvonal 2,6 kilométeres szakaszát 1971-ben indították be, hasonló módon.



Brüsszel metróhálózata

Hamarosan nagy sikere lett a premetrónak, hiszen 1970-ben az eredeti villamosvonalakon a napi utasforgalom közel 40%-kal nőtt.

Az első metróvonal üzembehelyezése után az előmetró hálózata (8,8 kilométer alagút, 18 állomással) az alábbi vonalakból állt:

– a 2. sz. vonal (kis övezeti tengely), melyet 1971 és 1973 között helyeztek üzembe, 3,1 kilométer hosszúságban 7 állomással, villamosvonal-forgalomba bekapcsolva;

– az 5. sz. vonal (nagy övezeti tengely) amelyet üzembe helyeztek 1972 és 1974 között, 2,8 kilométer hosszban 4 állomással, két villamosvonal helyén;

– a 3. sz. vonal (észak–déli tengely) a Nord és Midi pályaudvarokat köti össze, üzembe helyezték 1976 októberében; 2,9 kilométer hosszú, 7 állomással, ugyancsak villamosforgalommal.

Az 1976 szeptemberében felavatott és meghosszabbított metróvonal elágazó. A Sainte-Catherine állomástól a Tomberg végállomásig az északi ágon a vonal végig föld alatt vezet, míg a délkeleti ágon 5 állomás a felszínen van, ez utóbbi ágat nagyrészt egy államvasúti vonalon alakították ki.

A metró nyomvonalán a legnagyobb lejtés 62‰ és a legkisebb ívsugár 100 méter. A nyomtáv 1435 milliméter. Az acél sínek azobé talpfákon vannak lekötve, a sínek alatt elhelyezett parafabevonatú acéllemezekkel. Az ágyazat zúzottkő.

A vontatási áram 750 volt egyenáram, melyet egy harmadik sínről táplálnak.

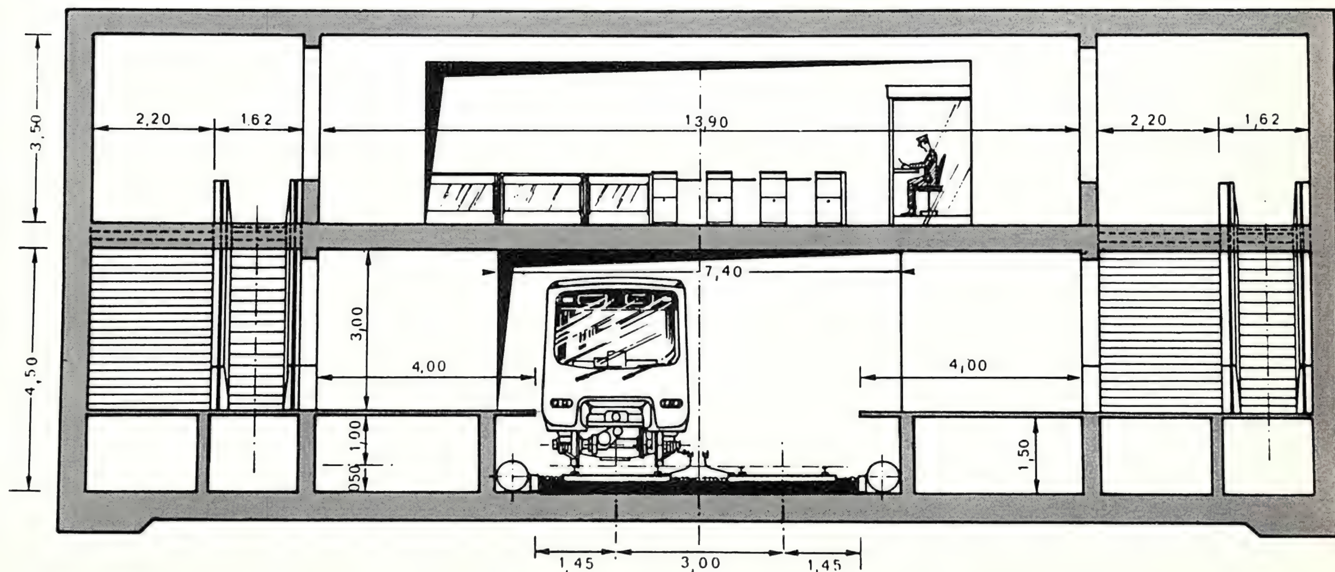
A vonalak általában a burkolat alatt másfeles mélységben vezetnek, azért, hogy a gyalogos aluljárók elférjenek az alagutak felett.

Van mélyebben fekvő alagútszakasz is, amelyet 9,9 méter átmérőjű kör keresztmetszettel építettek. Itt is közös alagútban helyezték el a két vágányt, a francia gyakorlatnak megfelelően. Ezt az alagútszakaszt acélpajzzsal építették és a falazatot vasbeton bordás csavarozott tübbingekkel alakították ki.

A burkolat alatti szakaszok egy része résfalakkal épült, alkalmaztak monolitvasbeton szerkezetet is, amelyet szádfalakkal körülzárt munkagödörben építettek meg.

Az állomások oldalperonosak, 95 méter hosszúak és legalább 4 méter szélesek. Egyes nagy forgalmú állomásokon háromperonos megoldást is alkalmaztak (spanyol elrendezés). A középperon az utasok felszállására szolgál, míg az oldalperonokon történik a leszállás. Így lerövidül a vonatok tartózkodási ideje az állomásokon.

Az Anneessens állomás a Senne folyó zárt medre alá került. A folyó vizét kétoldalt zárt csatornában vezetik. A vágányok alatt pedig egy záportározó medencét építettek, ami nagy záporok esetén tárolja a vizet és így megakadályozza a pincék elöntését.

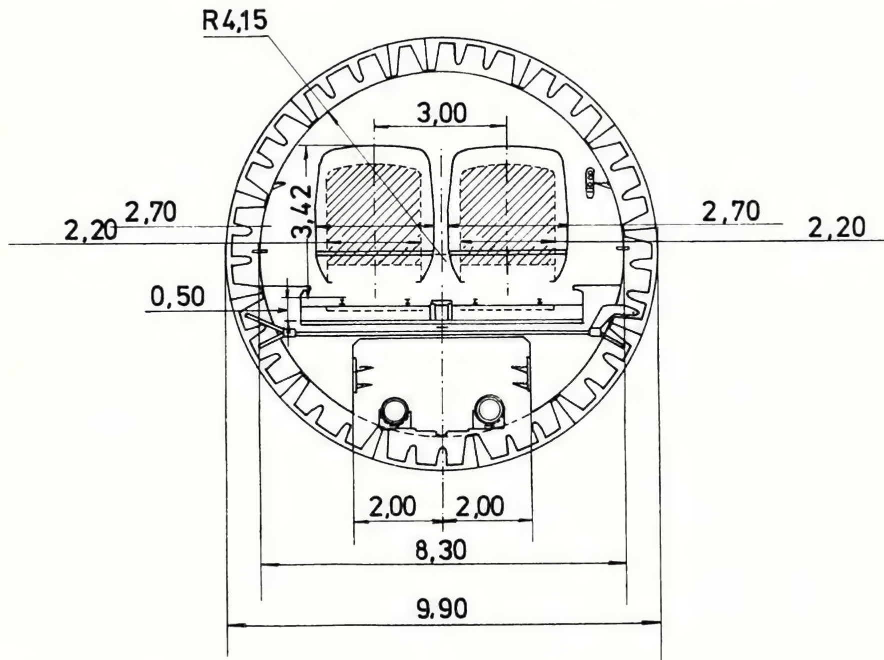


Burkolat alatti állomás elrendezése

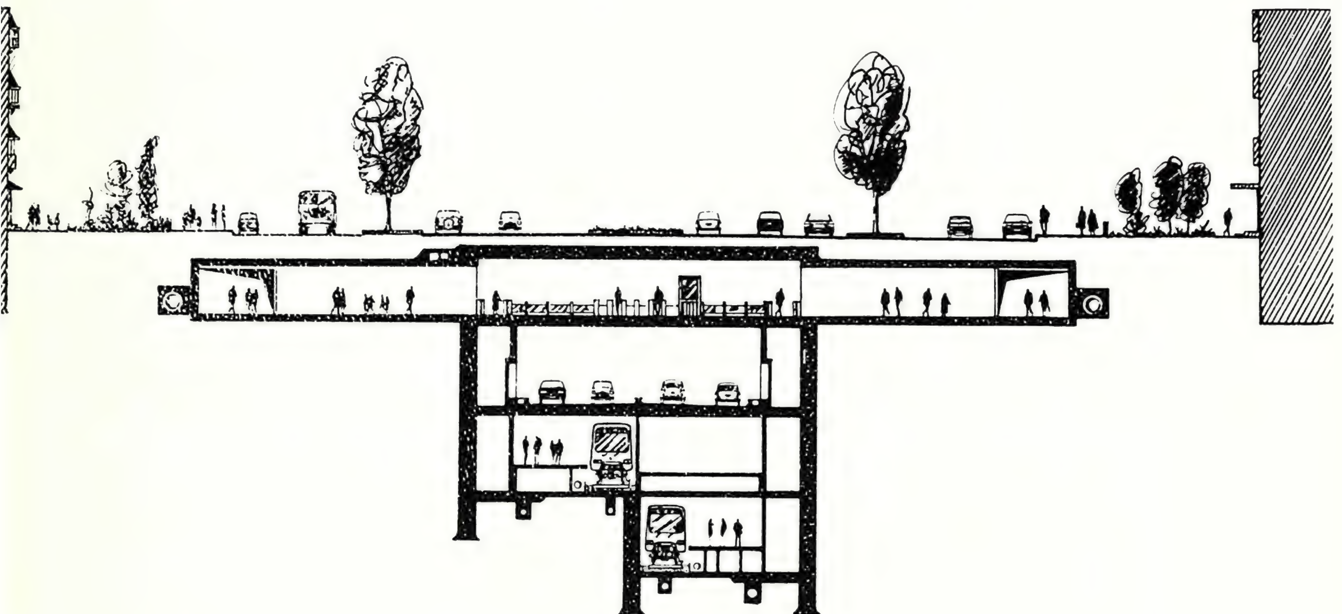
Az elágazó Mérode állomás két egyperonos félállomásból áll. Ezek eltérő szinteken vannak, így elkerülték a vonatok szintbeli keresztezését.

Az állomásokat tv-készülékekkel is felszerelték az utasok mozgásának figyelésére, de van hangosbemondó berendezés is.

Az állomásokra a nagy méretek és a képzőművészeti alkotások a jellemzők. A metróépítéssel együtt nagyszabású városrendezési építéseket végeztek.



Kétvágányú, mélyvezetésű alagút, vasbeton tübbingekből



Anneessens állomás elrendezése

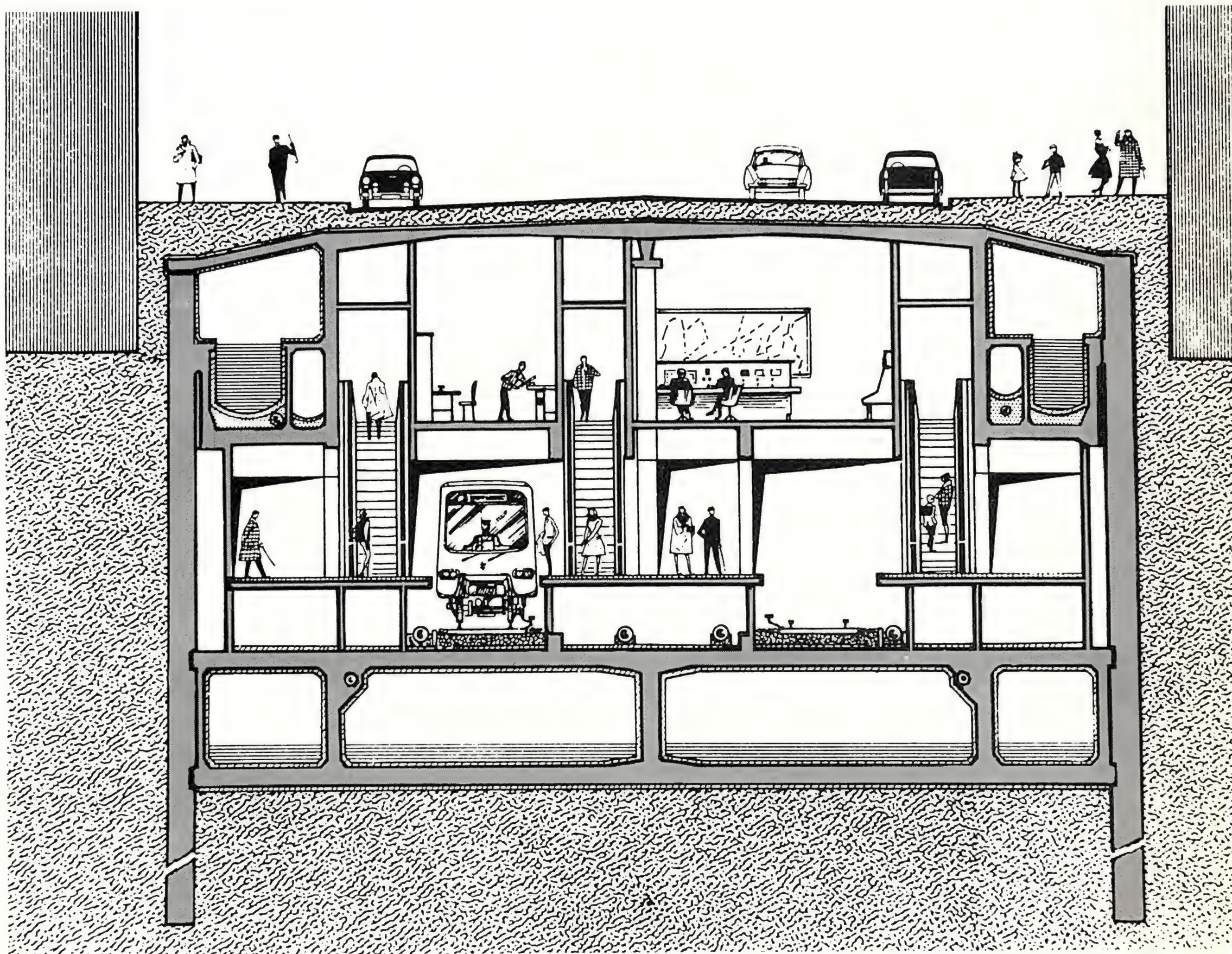
Az üzem 5.30 órakor kezdődik és 0.30 óráig tart. A vonatok 4 kocsiból állnak, a maximális sebességük 72 kilométer/óra.

A jegyeket automaták adják, ezeket az automata forgóajtóknál kell kezeltetni a peronra való belépés előtt.

A metró vonalán három helyen lehet átszállni az előmetró vonalaira (De Brouckere, Arts-Loi és Montgomery állomásokon) és 3 állomáson érinti az államvasúti vonalakat (Központi pályaudvar, Schuman és Mérode állomások). A metró üzembehelyezésével együtt járt a felszíni hálózat átszervezése, megszüntettek 4 villamosvonalat, és két másik villlamosvonalat megrövidítettek. Mintegy 10 autóbusz vonalát is módosították. Két föld alatti parkolót létesítettek az Arts-Loi és Maelbeek állomásnál.

A kocsipark kettős motorkocsikból áll. Az önhordó kocsiszekrény könnyű ötvözetből készül, homlokfala üvegszállal erősített. A kocsiszekrény pneumatikus felfüggesztésű. Minden kocsin két tirisztoros vezérlésű, 266 kilowattos motor van. Az üzemi fékezést rekuperációs fék biztosítja, mely a becslések szerint körülbelül 30%-os energiamegtakarítást eredményez. A vontatási és fékberendezéseket úgy tervezték, hogy azok később az automatikus vonatvezetésnél is használhatók legyenek.

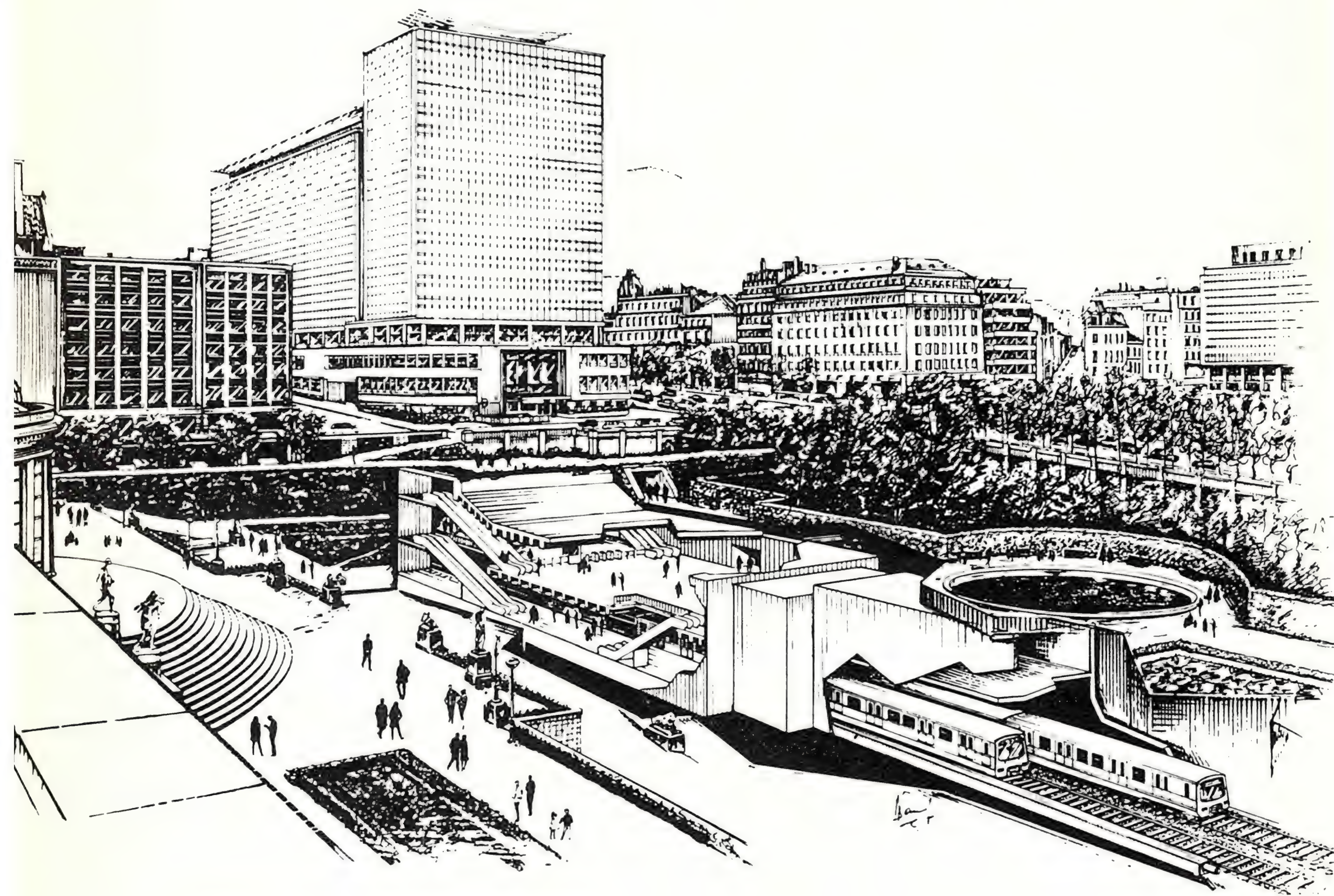
A kocsiba 4 automata ajtón lehet felszállni, az ajtó szélessége 1,30 méter. A fejtámlával ellátott, szembefordított ülések egyéni műanyagülésekből készültek, poliuretán habanyag bevonattal, felül műbőrhuzattal. Minden kocsiban 161 hely van, ebből 40 ülőhely.



A Mérode többszintes elrendezésű állomás közúti és gyalogos aluljáróval

A kocsik karbantartását a Delta állomás melletti műszaki telepen végzik.

A rövid és középtávú tervekben előirányozták a metróvonal bővítését, a törzsszakasz meghosszabbításával, egészen a nyugati pályaudvarig, ahonnan két elágazás indul: az egyik északra (Laeken), a másik délre (Anderlecht). Tervezik a 3. sz. észak–déli előmetró átalakítását is metróvonallá.



A Botanique állomás és gyalogoskapcsolatai

Budapest

Pest, Buda és Óbuda 1873-ban történt egyesítése új lendületet adott a közlekedés fejlesztésének is. A lóvasútnak előbb a „gőzmozdonyú közúti vaspálya", majd a villamos jelentett komoly versenytársat. Az első gőzüzemű városi vasút Budapesten a svábhegyi (ma Szabadság-hegy) Riggenbach-rendszerű fogaskerekű volt, amelyet 1874-ben adtak át a forgalomnak. A vonalat 1890-ben a Széchenyi-hegyig meghosszabbították. Az első keskenyvágányú, alsóvezetékes villamos próbavasút 1887-ben indult útjára a Nagykörúton, óránként 10 kilométeres maximális sebességgel. De győzött: egy évtized alatt teljesen kiszorította a lóvasutat. Ennek hálózatát 1897-ig villamosították.

1870-ben nagyszabású városrendezés kezdődött a fővárosban, 1872-ben elkészült Pest, 1876-ban Buda szabályozási terve. E szabályozás keretében szélesítették ki a belső körutat, a Váci, a Kerepesi (Rákóczi), az Üllői utat és a Hatvani utcát (Kossuth Lajos utca). Kialakították a budai körutat, megépítették a Nagykörutat és a Sugár utat (Andrássy út, majd Népköztársaság útja). Ez utóbbi hamar a fővárosiak közkedvelt sétaútjává vált, így közel két évtizedes vitát váltott ki, amikor a dinamikusan fejlődő közúti „vaspálya-közlekedés" hálózatát a Sugár útra is ki akarták terjeszteni.

A budapesti környezet féltői végül is diadalmaskodtak: 1893-ban a belügyminiszter a Sugár úton a városi közúti vasút gondolatát egyszer és mindenkorra elvetendőnek nyilvánította.

Az engedélyt kérő közlekedési részvénytársaságok újabb műszaki megoldást kerestek: földalatti vasút építésének lehetőségét vizsgálták.

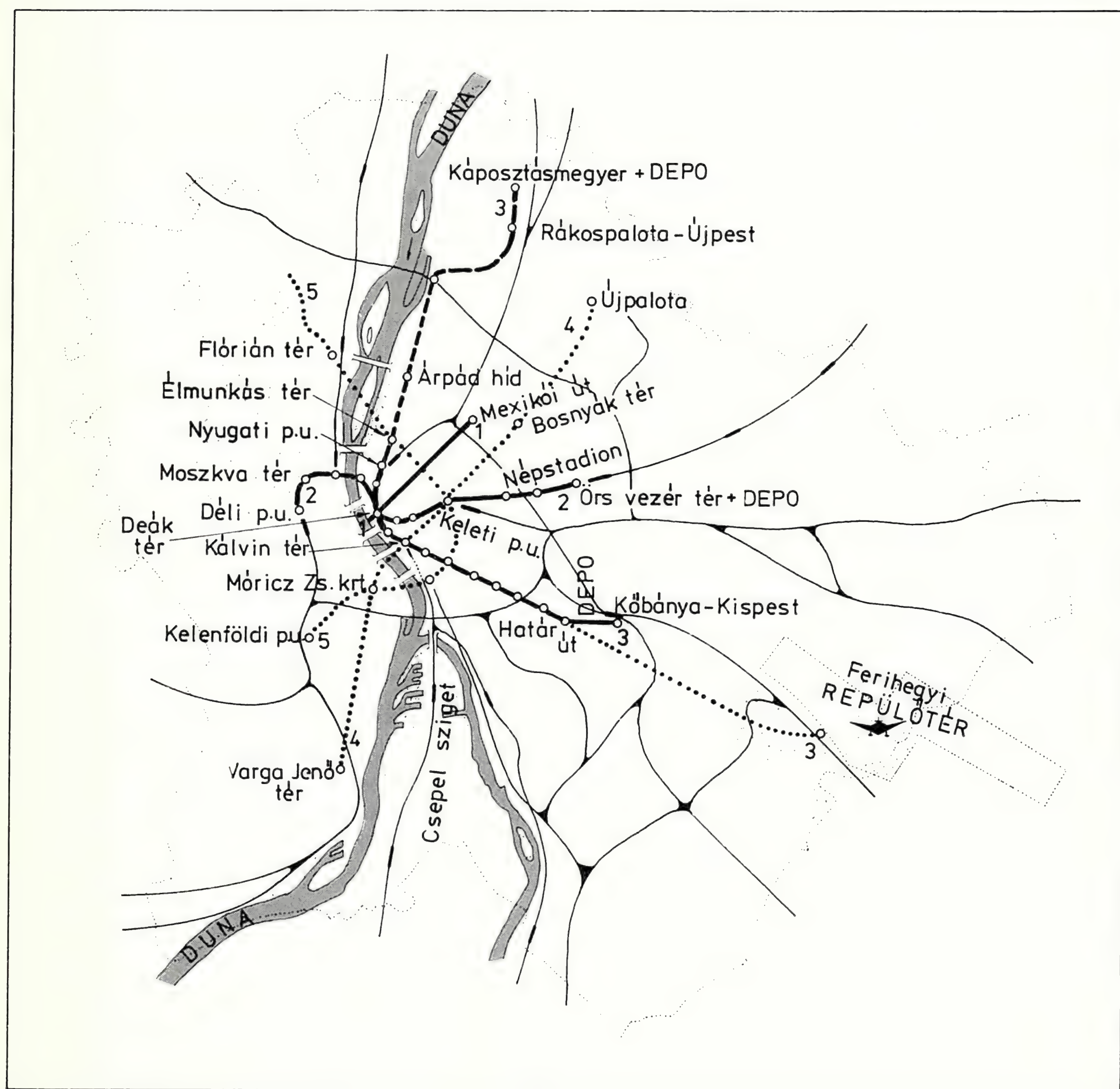
Alig fél évvel a felszíni villamost végleg elvető miniszteri határozat után – 1894 januárjában – a két fővárosi közlekedési vállalat, a BVVV és a BKVT, közös ajánlatot nyújtott be a földalatti vasút építésére. Ebben hangsúlyozták előnyeit, különös tekintettel a közelgő millenniumi ünnepségekre és a közúti vasút elutasításának indokaira. Hivatkoztak arra is, hogy a földalatti vasút – mint első a kontinensen – jelentősen emelné a főváros világvárosi jellegét.

A tervek benyújtása után számos, a földalatti vasutat támogató hatósági állásfoglalás született. Végül a főváros törvényhatósági bizottsága 1894. április 25-i ülésén megadta az elvi építési engedélyt. A műszaki megvalósítást és a vállalkozás pénzügyi feltételeit rögzítő engedélyokiratot 1894. augusztus 9-én adta ki a kereskedelemügyi miniszter. Az okirat meghatározta a főbb műszaki követelményeket, illetve jellemzőket. E szerint a minimális ívsugár 133 láb, a maximális emelkedés 1/50, a sínek minimális súlya 15,9 font/láb, hasznos terhelés az alagút felett 92 font/négyzetláb, maximális sebesség 25 mérföld/óra.

A földalatti vasút kivitelezésével a vállalkozók a tervezési munkában is döntő részt vállalt Siemens és Halske céget bízták meg.

A cég a kor élenjáró építési módszereit és gépeit alkalmazta az építés meggyorsítására: a földmunkákat villamos meghajtású kotrógépekkel végezték, az acélszerkezetek legnagyobb részét gyárilag szerelték össze és szállították a helyszínre. A talajvizet elektromos szivattyúkkal távolították el.

A munkák a burkolat bontásával indultak, majd a szükséges szélességben és mélységig elvégezték a föld kitermelését. Ezt követően a nyitott vágat alján betonvályút építettek a vasúti pálya kavicságyazatának alapjaként. A középvonalban az acél I-gerendák tartóiként kovácsoltvas oszlopokat állítottak fel, ezután betonozták a vágat oldalfalait. A mennyezetet az acélgerendák között betonboltozatokkal alakították ki, a falakat az állomásoknál csempelapokkal borították. Külön gondot fordítottak a felszíni csarnokok esztétikus kialakítására. Az állomásoknál jelzőberendezést szereltek fel, az állomások között telefonkapcsolatot teremtettek.



Budapest metróhálózata

A szerelvények jóval korszerűbbek voltak a londoninál: az akkor üzembe állított villamos motorkocsik az átadást követően még 70 évig közlekedtek.

A 3695 méter hosszú vonal építésén 2000 munkás dolgozott, 3 millió 600 ezer koronába került, és a kitűzött 1896. április 1-i határidőre befejeződött. Európa műszaki újdonságát április 7-én mutatták be a sajtónak, 11-én megtörtént a műszakrendőri bejárás. Május 3-án birtokba vette a budapesti közönség az európai kontinens első villamos vontatású földalatti vasútját.

A főváros centenáriumára, 1973-ban, a millenniumi földalatti vasutat meghosszabbították (hossza 4,3 kilométer) és korszerűsítették.

A jellemző alagúti keresztmetszet (az új szakaszon) 6,01×3,66 méter. Az állomások hasznos peronhossza 30, az utastér belmagassága 2,8 méter.

A régi szakaszt az igen nyomott alacsony űrszelvény (2,75 méter) jellemzi.

Az üzembe helyezett 21 új, 3 részből álló csuklós motorkocsi befogadóképessége 171 utas, motorteljesítménye 4×60 kilowatt, maximális sebessége 60 kilométer/óra.

A vontatási feszültség 550 volt, felsővezetékről táplálva.

A biztosítóberendezést a felújítás során korszerűsítették, egyúttal a balmenetes közlekedésről jobbmenetre tértek át.

Az önműködő térközbiztosítás 1,5 perces vonatkövetést tesz lehetővé, ami egy irányban óránként 6800 utas elszállítását biztosítja.

A napi utasszám a vonalon meghaladja a 100 ezret.

A millenniumi földalatti vasút sikerét követően számos metróhálózat-fejlesztési terv született, közülük néhány mai szemmel is korszerű elemeket tartalmaz.

Zielinsky Szilárd (1897) és Garády Sándor (1912) a nagyvasúti rendszer és a városi közlekedési hálózat összefüggéseit hangsúlyozta. Sztrókay István (1921) észak–dél és kelet–nyugat tengelyekkel (a Hungária körúti gyűrűirányú vonallal együtt) közel 70 kilométer hosszú metróhálózat építését javasolta. Baránszky Jób Imre (1930) és Zelovich Kornél (1932) a kor politikai helyzetét és gazdasági lehetőségeit figyelembe vevő szerény hálózati javaslatokat készített, az ismert tengely és körirányú elemek hangsúlyozásával. 1942-ben, amikor a háborús események már teljes közlekedési rendszerünk pusztulását sejtették, a főváros egy kéreg alatti, részben mélyvezetésű metróhálózat fejlesztési tervén dolgozott.

A felszabadulást követő újjáépítés hősies munkája közben, 1948–49-ben készült el a mai hálózat egyik alapját adó tanulmány. A Minisztertanács 1950-ben hozott határozatot a budapesti metróhálózat építésére: a kelet–nyugati vonal Népstadion–Deák tér közötti szakaszára 1954. évi, a Deák teret a Déli pályaudvarral összekötő szakaszra az 1955. évi üzembehelyezési határidőt szabta meg. Alig több mint öt év állt volna rendelkezésre az akkor 8 kilométer hosszúra tervezett vonal megépítéséhez!

Mintegy 5000 ember dolgozott a tervezésen és a kivitelezésen. A Szovjetunió dokumentációkkal, gépi berendezésekkel és szakértőkkel döntő jelentőségű műszaki segítséget nyújtott a nagyszabású vállalkozáshoz. 1954 közepéig az építés közel 40 százaléka készült el, amikor a népgazdaság akkori súlyos helyzetében a beruházást le kellett állítani.

A továbbépítésre vonatkozó első és legfontosabb határozatot az MSZMP VII. kongresszusa hozta, 1959-ben. Az építés folytatásának gazdasági programját 1963-ban hagyták jóvá, de 1959-től már – a meglévő alagutak és berendezések állagmegóvása címén – jelentős építési tevékenység folyt.

A 2-es kelet–nyugati metróvonal Deák tér–Örs vezér tér közötti szakaszát 1970. április 2-án, a teljes vonalat a Déli pályaudvarig 1972. december 22-én adták át.

A vonal teljes hossza 10,1 kilométer. Két nagy forgalmú vasúti pályaudvarral – a Keletivel és a Délivel – magas színvonalú kapcsolatban áll. Mindkét pályaudvar utasforgalmi létesítményeinek rekonstrukcióját a metróépítéssel összhangban végezték. A komplex gyorsvasúti hálózat alapkövetelményéhez igazodva a 2-es metróvonalnak közvetlen, korszerű átszálló kapcsolata van a Batthyány tér–Szentendre elővárosi vonallal, amelyet a metróépítéssel egyidejűleg 1,1 kilométer hosszú szakaszon kéreg alatt vezettek be a Batthyány téri végállomásba, és az Örs vezér tér–Gödöllő vonallal, amelynek ugyancsak a metróval egyidejűleg készült el a korszerű végállomása.

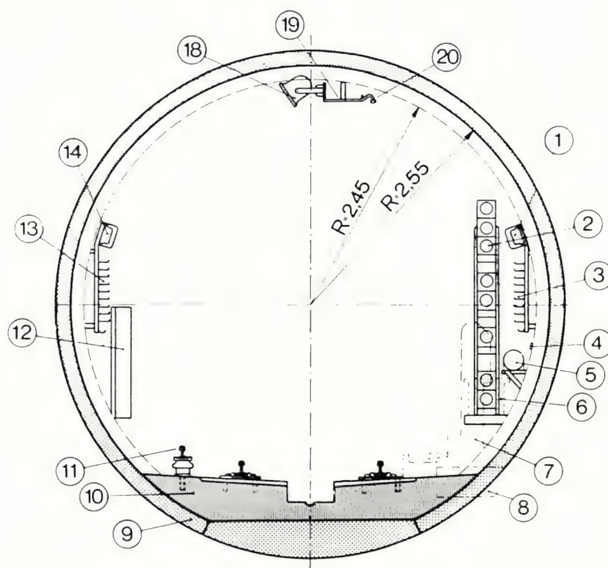
A vonal Deák téri átszálló kapcsolata a legjelentősebb budapesti metrócsomópont: közvetlen földalatti átszállási lehetőséget teremt az 1-es, a 2-es és a 3-as metróvonalak között, utaselosztó rendszerei révén pedig a felszíni tömegközlekedési eszközök, illetve a belvárosi, gyalogosan elérhető úticélok felé.

A 3-as, észak–déli metróvonal 3,7 kilométer hosszú I. szakaszát a Deák tér–Nagyvárad tér között 1976-ban adták át a forgalomnak. A vonal hossza 1981 végén 10,8 kilométerre növekedett.

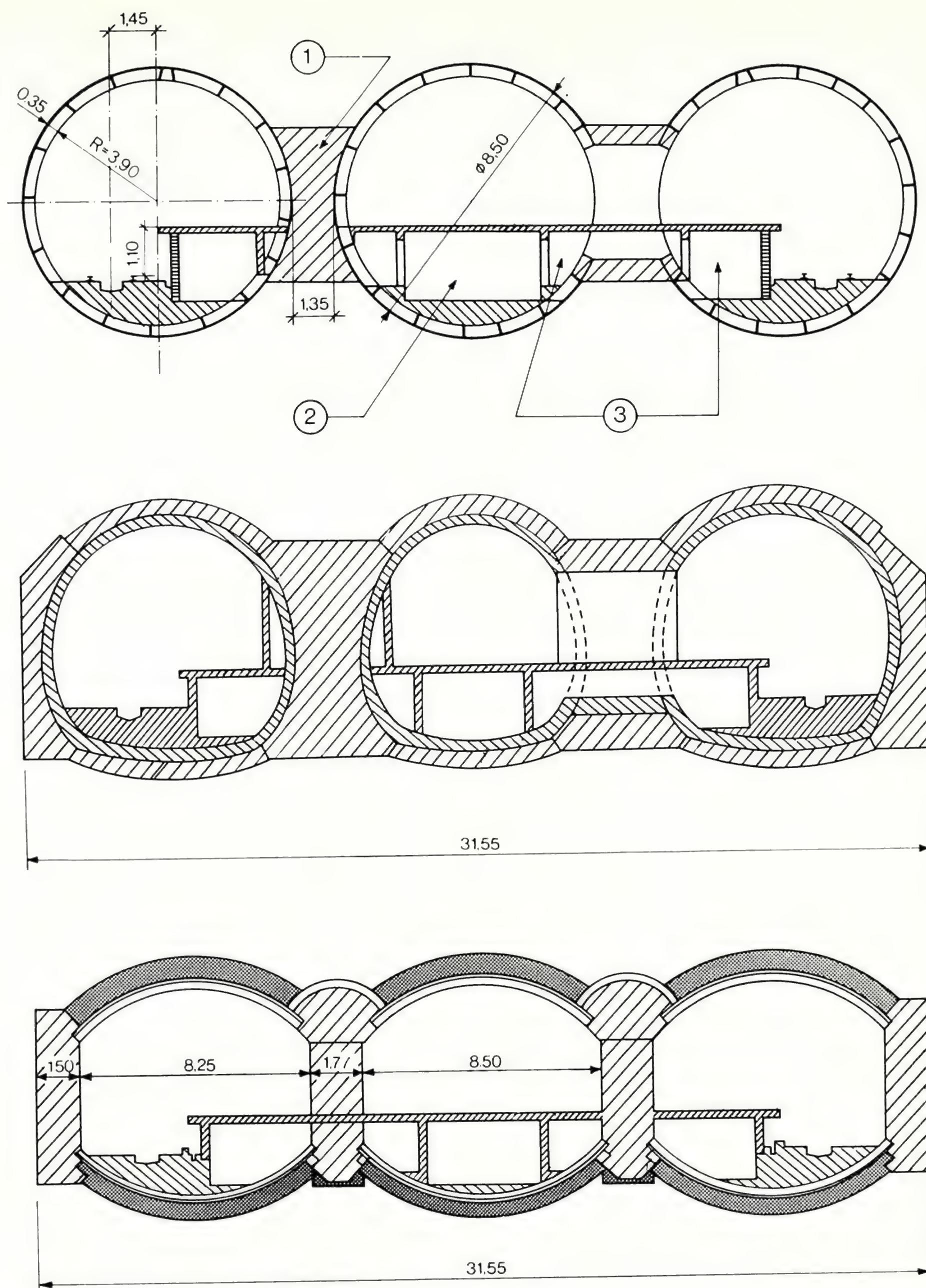
A vonal két (a Budapestre járó dolgozók inga-vándorforgalma és a nemzetközi forgalom szempontjából) jelentős nagyvasúti kapcsolatot létesít a Kőbánya-Kispest vasútállomással, illetve a korszerűsített Nyugati pályaudvarral.

Az állomások peronjai – a hatkocsis szerelvényeknek megfelelően – 120 méter hosszúak, ez határozza meg a mélyállomásoknál a vágányok melletti csarnokok hosszát.

Kezdetben a kelet–nyugati vonal valamennyi mélyállomását háromalagutasként, öntöttvas tübbing szerkezettel tervezték.



Vonalalagút keresztmetszete 1 — világítótest, 2 — fényjelző, 3 — gyengeáramú kábelek, 4 — telefon-csatlakozó, 5 — vízcső, 6 — fojtótekercs, 7 — önműködő vonatmegállító, 8 — váltó-állítómű, 9 — alagútfal, 10 — pályabeton, 11 — áramvezető sín, 12 — ipari csatlakozó, 13 — erősáramú kábelek, 14 — világítótest, — 18 hangszóró, 19 — alagúti hírközlés, — 20 rádiótelefon



Háromcsarnokos mélyállomás keresztmetszetek

Ez esetben három egymás mellett futó, nagy átmérőjű (8,5 méter) alagutat fúrnak az állomástér számára. A két szélső alagút a szerelvények fogadására és a peronok elhelyezésére szolgál, a középső alagút az állomás utaselosztó tere (Baross tér).

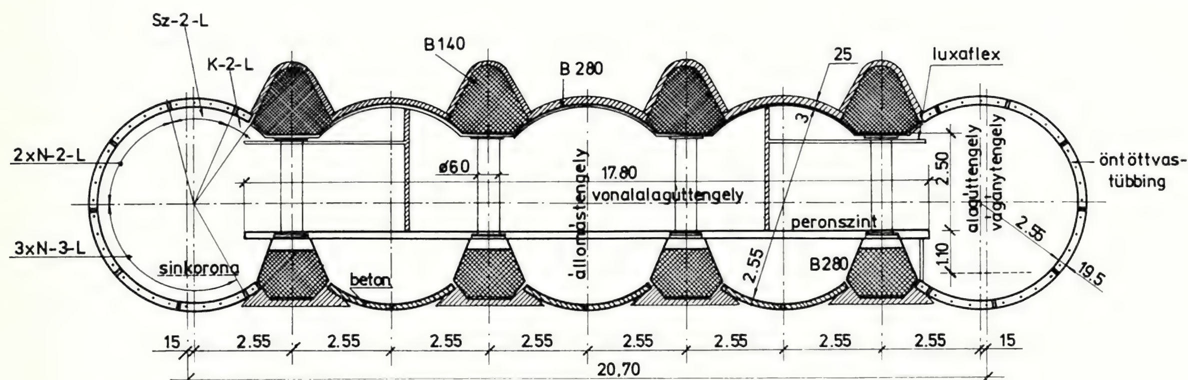
Ez a típus világszerte elterjedt, a magyar szakemberek a moszkvai metróépítés tapasztalatai alapján vették át és alkalmazták.

A háromalagutas állomás hátránya, hogy az állomástéri alagút átmérője a vonalalagútnál nagyobb, így azzal nem építhető folyamatosan. Az építéshez nagyméretű pajzs-szerelő kamrákat kell építeni és külön pajzsokat alkalmazni.

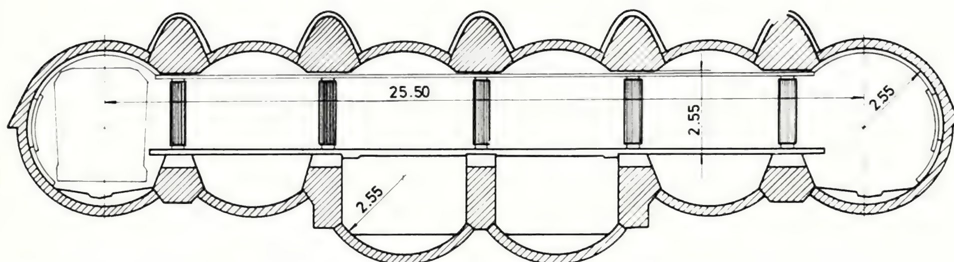
Az előbbi hátrányát küszöböli ki az ötalagutas állomástípus, amelynél az állomásteret öt, 5,10 méter belső (a vonalalagútéval azonos) átmérőjű alagútból alakítják ki, így a két szélső alagutat folyamatosan építhetik és kisebb átmérőjű nyílásokat kell az állomástérben áthidalni.

Az ötalagutas állomásnál a szerelvények a két szélső alagútban haladnak, ezek „ikercsövében" helyezkednek el a peronok, a középső, az ötödik alagút az utaselosztó tér.

A nagyobb utasfogalomnál, ahol négy mozgólépcsős lejárat szükséges, vagy 5 nagyobb átmérőjű (6,3 méter) alagútból (Ferenc körút), vagy 6 kisebb átmérőjű (5,10 méter) alagutakból (Kálvin tér) alakítják ki az állomást.



Ötalagutas, Budapest típusú mélyállomás



Kálvin téri hatalagutas mélyállomás keresztmetszete

A metró mélyvezetésű szakaszán az alagutak mintegy 30–40 millió éves oligocén és mintegy 15–30 millió éves miocén, a kéreg alatti szakaszon 2–15 millió éves (pannóniai) tengerből leülepedett és az 1–2 millió éves (pleisztocén) dunai hordalékból keletkezett talajréteget metszenek.

Az idősebb kőzetek (oligocén, miocén, pannon) többsége vízzáró agyag és iszapos talaj, amelyben azonban homokrétegek, homokerek is előfordulnak, ezért a mélyvezetésű szakaszoknál számolni kell a beszivárgó, illetve nyomás alatti talajvízzel. Ezenkívül a tektonikus hasadékok körzetében is víz jelenik meg. A szemcsés (homok-, homokos kavics, és így tovább) kőzetrétegekben igen nagy mennyiségű nyomás alatti vízzel is kellett számolni. Különösen veszélyesek az egyforma szemnagyságú, vízzel telített finom homoktalajok, mert folyadékszerűen (folyóshomok) hatolnak be az épülő alagútüregbe.

A mélyvezetésű alagutak egy részét alagútépítő pajzsokkal készítik. A berendezés lényegében az építendő alagút átmérőjével közel megegyező, henger alakú, szegmensekből álló acélszerkezet, amely az építés mozgó előretolható biztosítását adja. Védelme alatt a pajzson belül építik az alagút falazatát és végzik részben a föld fejtését is.

Az alagútépítő pajzsok közül a kézi fejtésre berendezett pajzsoknál a homlokrész nyitott, és a talajt kézi szerszámokkal, légkalapáccsal fejtik; a mechanikus pajzsoknál a homlokrészbe épített gépi fejtőberendezés végzi ezt a munkát.

A pesti oldalon a talaj sok helyen nem eléggé vízzáró. A nagy nyomással beáramló vizet ezeken a szakaszokon levegőtúlnyomással tartják távol, ez bizonyos mértékben még a talajt is megtámasztja.

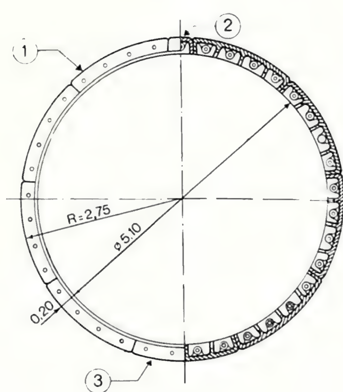
A felszín közelében épülő alagutakat, állomásokat általában réseléses eljárással készítik. Az eljárás lényege, hogy egy önjáró gépre merev rudazattal szerelt markoló segítségével 65 centiméter széles rést (árkot) vágnak a talajba és azt fokozatosan mélyítik. A kimélyített rést nehéz fajsúlyú folyadékkal (bentonitos zaggyal) ideiglenesen megtámasztják beomlás ellen, majd az előkészített vasszerelés elhelyezése után betonnal kitöltik és ez alkotja az alagút falazatát, melyre előre gyártott vasbeton gerendákból, vagy helyszínen készített betonszerkezettel építik meg a födémet.

A vasúti pálya nem a szokásos zúzottkő, hanem betonágyazattal készült.

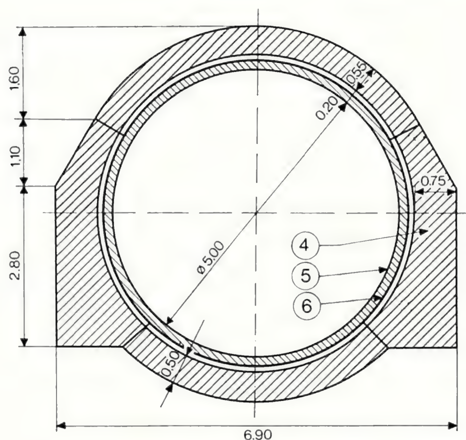
A felépítmény-rendszer lényege, hogy a pálya magassági és vízszintes helyzetét meghatározó pályabetont előre megépítik, a vágányt a kész betonfelületen szerelik össze, majd beszabályozzák és a pályabetonba süllyesztett csavarokkal a betonba beragasztják. Így a vágány pontos rögzítését műgyantahabarcs biztosítja.

Az észak–déli vonalon a vágányok 54 kilogramm/méter tömegűek. A kötéseket 90 centiméterenként helyezték el. Az alagúti vágányok hézag nélküliek.

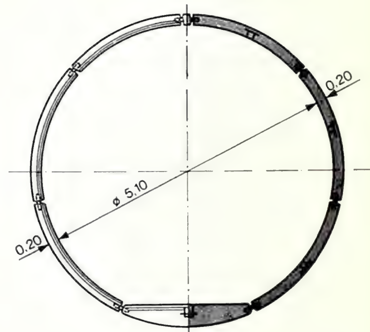
Vonalalagút keresztmetszetek



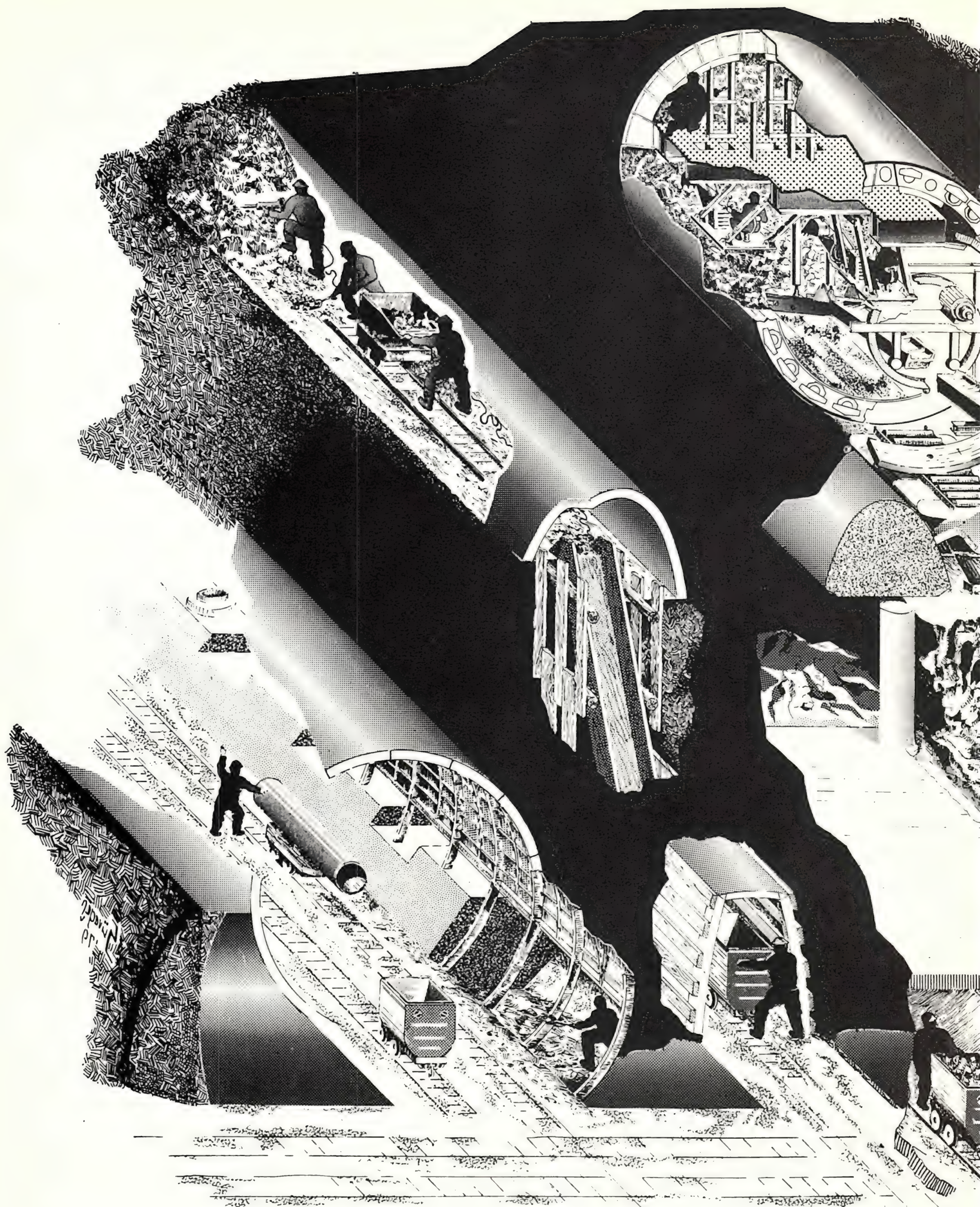
a) öntöttvas tübbing



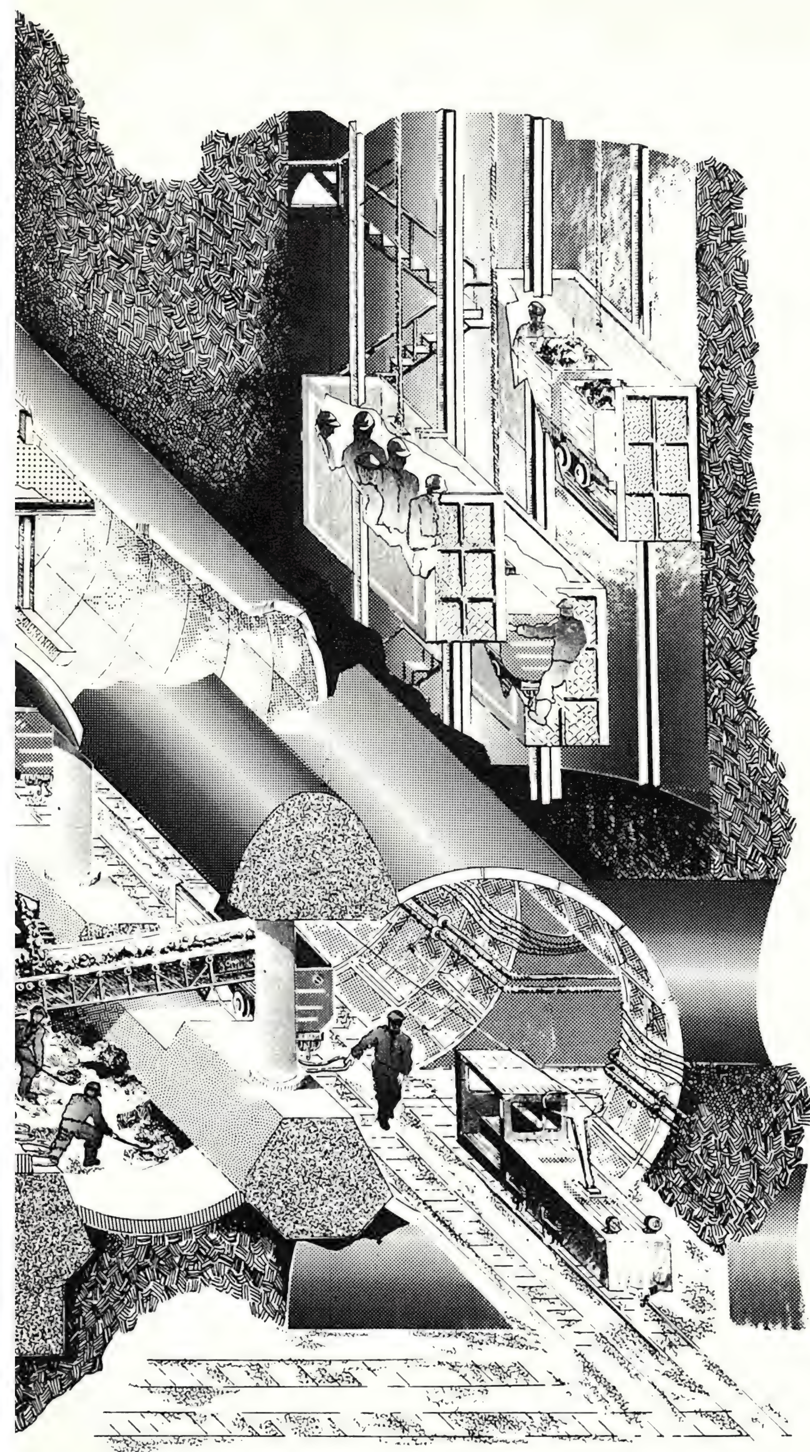
b) monolit beton

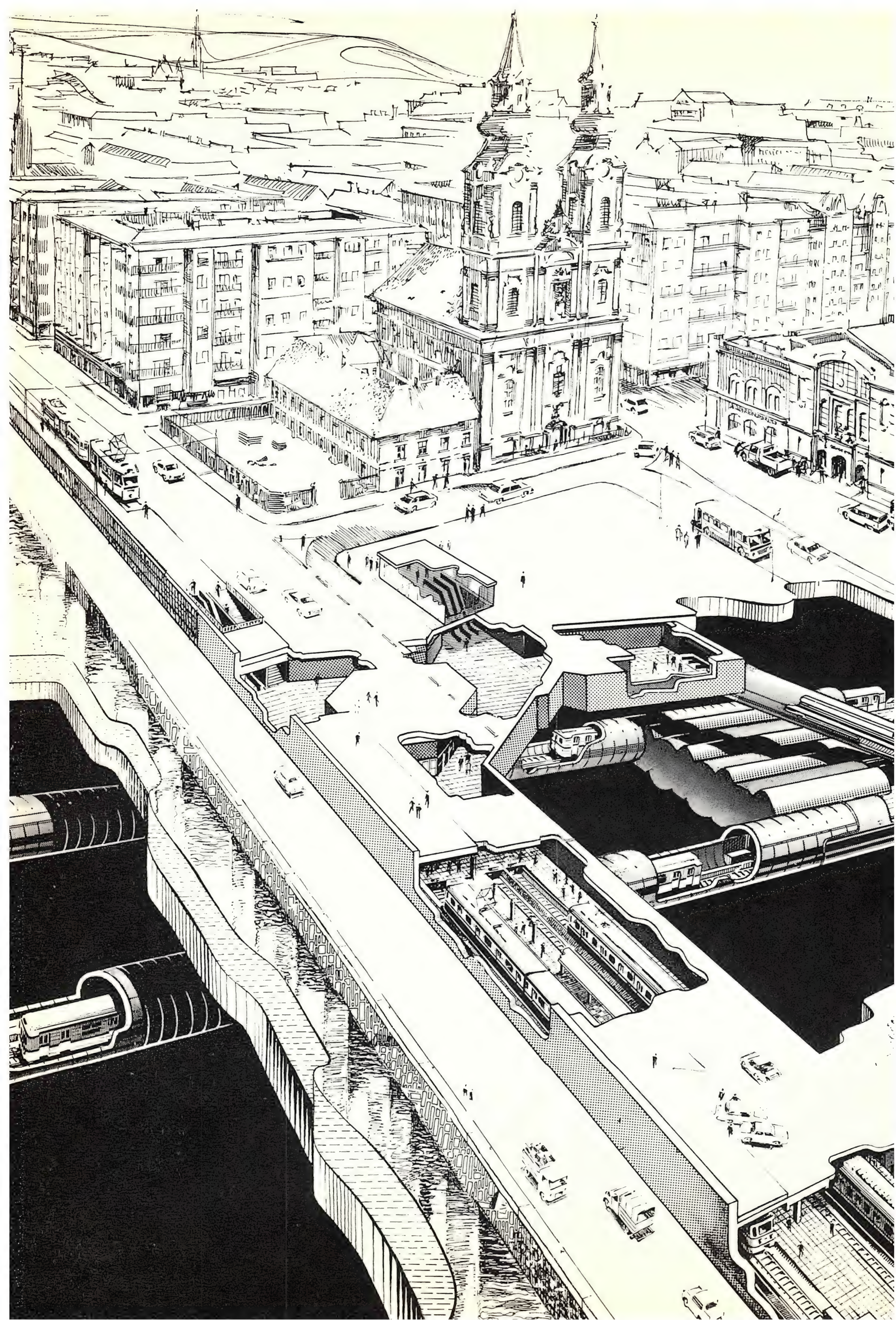


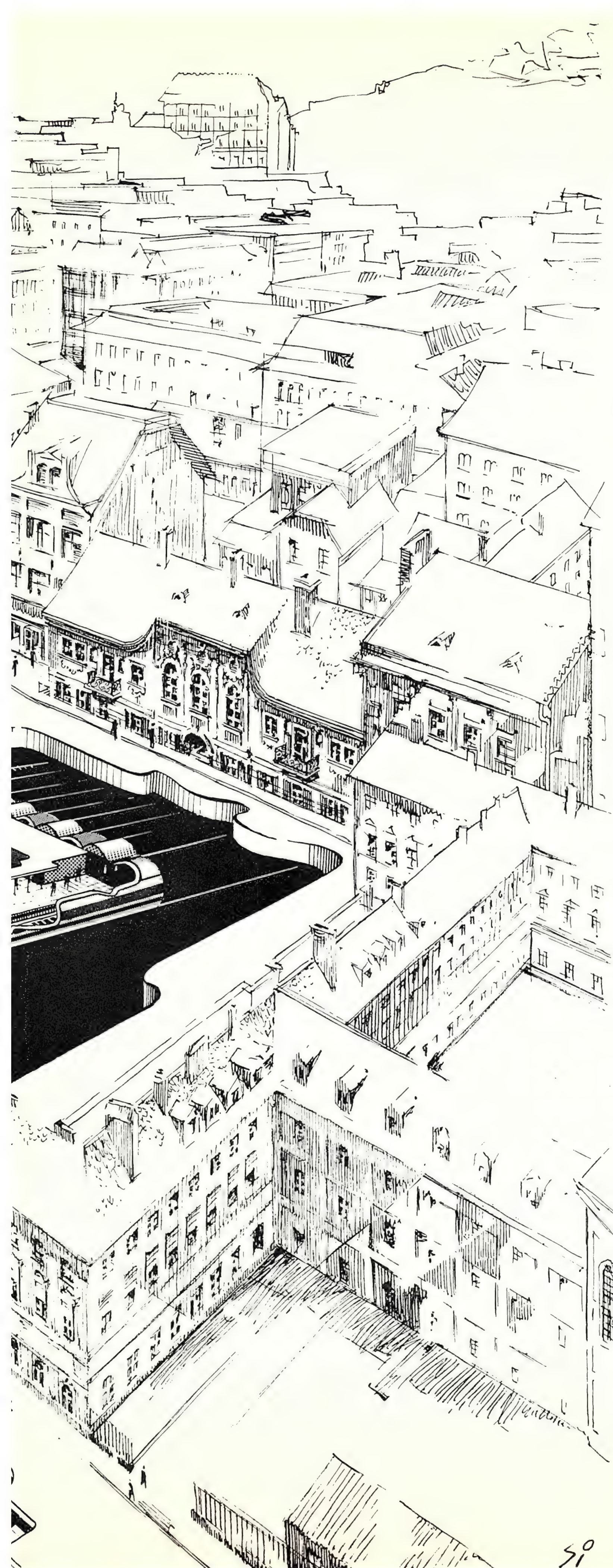
c) vasbeton blokk



Mélyállomás építési fázisai







A kelet–nyugati metró
és a szentendrei elővárosi vasút
kapcsolata a Batthyány téren

A síneket a jelzőberendezés által megkívánt helyeken ragasztott-szigetelt kötések, egyébként hegesztések kötik össze hézagmentes pályává.

A budapesti metró villamosenergia-felhasználása egy év alatt vonalkilométerenként 4 millió kilowattóra, ez négy-ötezer háztartás átlagos fogyasztásának felel meg.

A metró villamosenergia-rendszere az Elektromos Művek transzformátorállomásainál a városi 10 kilovoltos középfeszültségű hálózathoz kapcsolódik.

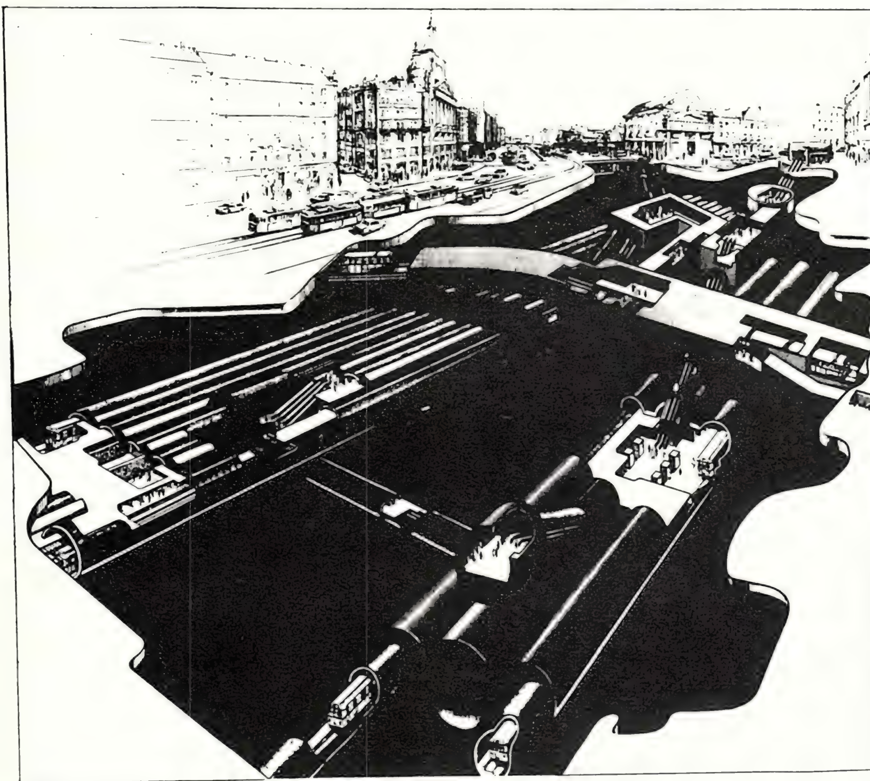
A metrókocsik egyenáramú, 750 volt feszültségű motorjaihoz a vontatási áramot a 10 kilovoltos váltóáram átalakításával állítják elő a metróállomások vontatási alállomásainak transzformátoraival és egyenirányítóival.

A korszerű, műgyanta kiöntésű száraz transzformátorok névleges teljesítménye 1650, illetve 2200 kilovoltamper, a tápszakasz hosszától függően. Az egyenáramot szilíciumdiódás, gravitációs léghűtésű 1800, illetve 2200 amper áramerősségű egyenirányítók állítják elő. Az alagútban futó harmadik sínhez (amelyről a motorkocsik csúszó áramszedőkön keresztül a feszültséget kapják) gyors-megszakítókon keresztül jut el az áram.

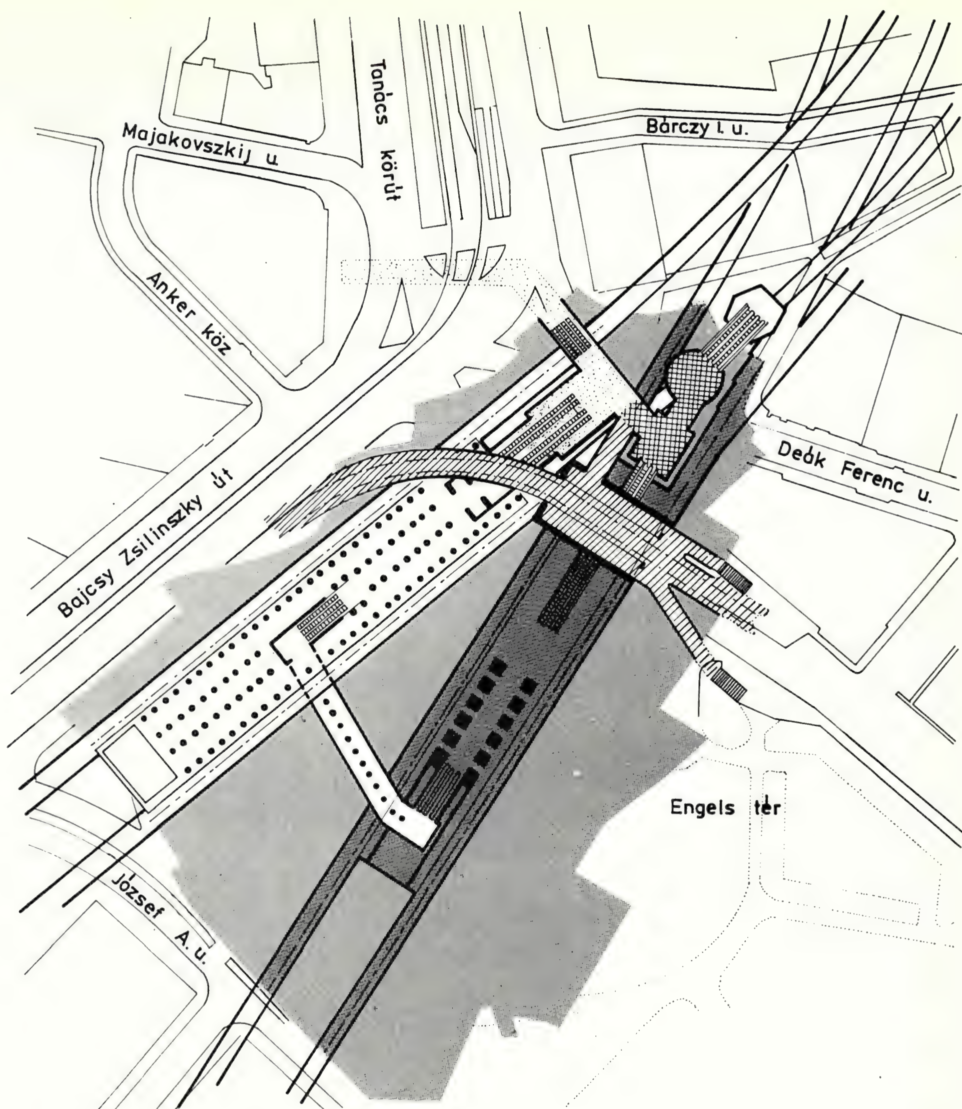
A metróállomások és a kapcsolódó alagútszakaszok villamos üzemi berendezéseinek áramforrásaként minden állomáson segédüzemi transzformátorokat helyeztek el. Ezek a 10 kilovoltos feszültséget 0,4 kilovoltra (380 voltra) transzformálják.

Minden metróállomáson két-két 630, vagy 400 kilovoltamper teljesítményű segédüzemi transzformátor található.

A három metróvonal csatlakozása a Deák téren



a) perspektivikus kép



b) alaprajz a Deák téri metró állomásokról

A vontatási és segédüzemi alállomások felügyelet nélküliek és az irányítóközpontból ellenőrizhetők és vezérelhetők. A diszpécserszolgálat munkáját folyamatirányító számítógépes rendszer segíti. Ez a rendszer távlatokban Budapest összes metróvonalának felügyeletét el fogja látni.

A biztosítóberendezés alapja a sínáramköri rendszer. A futósínek egymástól elektromosan elszigetelt pályaszakaszokra oszlanak. Az alagúti vágányok hézagmentesek (24 méteres sínszálakból vannak összehegesztve), a szigetelt szakaszok szétválasztásához a sínszakaszok végeit hegesztés helyett hevederekkel kötötték össze és szigetelőanyaggal összeragasztották.

A szerelvény-helyzet érzékeléséhez szigeteltsín áramköröket használnak, mely a futósínek felhasználásával kerül kialakításra.

Ha a szigetelt vágányszakasz két sínszálát a vonat kerekei elektromosan összekötik, akkor egy relé elejtése során a berendezés foglaltnak értékeli ezt a vágányszakaszt. Ez az állapotváltozás vezérli a biztosítóberendezést, a jelzőket.

A budapesti metró térközjelzőin a „szabad" jelzési fényeket a szerelvény kapcsolja be maga előtt, ha a jelző mögötti térköz és a hozzá tartozó védőszakasz nem foglalt. A szerelvény mögötti szakaszok biztosítása szintén önműködő, azaz a foglalt térköz és az azt követő védőszakasz jelzői vörösre váltanak, „megállj" állásba. A szerelvény mozgása automatikusan vezérli a váltók működtetését is.

Ha a vonat valamilyen okból a vörös jelzésre nem áll meg, működésbe lép az automatikus vonatmegállító „autostop", amely vészfékezéssel megállítja a szerelvényt. Az autostop berendezés elektromechanikusan működik, együtt a fényjelzővel. Amikor vörös a jelző, egy kar kiemelkedik a pálya mentén a sínkorona fölé. Ha ilyen helyzetben vonat halad el felette, a kar bekapcsolja a vonat légfékét.

Az észak–déli metróvonalon a harmadik szakasz üzembehelyezésével egyidőben várhatóan már folyamatos automatika fogja irányítani a szerelvényeket, mely nemcsak vörös jelző esetén és meghatározott helyeken, hanem az egész pálya mentén ellenőrzi, illetve vezeti a szerelvényeket. A későbbiekben a rendszer számítógépes automatikus központi irányítással egészül ki, ami a legoptimálisabb menetrend szerint automatikusan közlekedteti a vonatokat.

A gépészeti berendezések közül a legjelentősebbek a mozgólépcsők és a főszellőzés gépei.

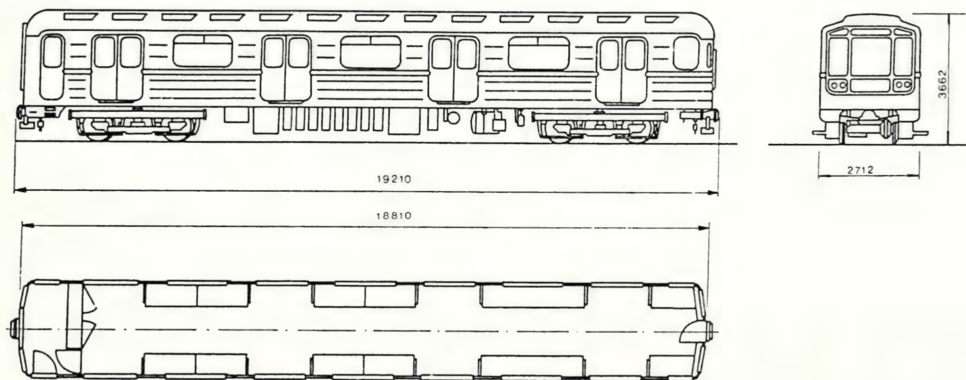
A különböző emelőmagasságú mozgólépcső típusok szerkezeti megoldása alapvetően megegyezik, de teljesítményük eltérő. A nagy emelőmagasságú (15–45 méter) sebessége 0,9 méter/másodperc, szállítóteljesítménye 8000 utas/óra. A kisebb (legfeljebb 9 méter) emelőmagasságú lépcsők sebessége csak 0,72 méter/másodperc, és szállítóteljesítményük 6500 utas/óra.

A mozgólépcsők emelkedési szöge 30°. A leghosszabb mozgólépcső a Moszkva téri (38,6 méter), főmotorjának teljesítménye 125 kilowatt. Egy kis emelőmagasságú lépcső motorteljesítménye 25 kilowatt.

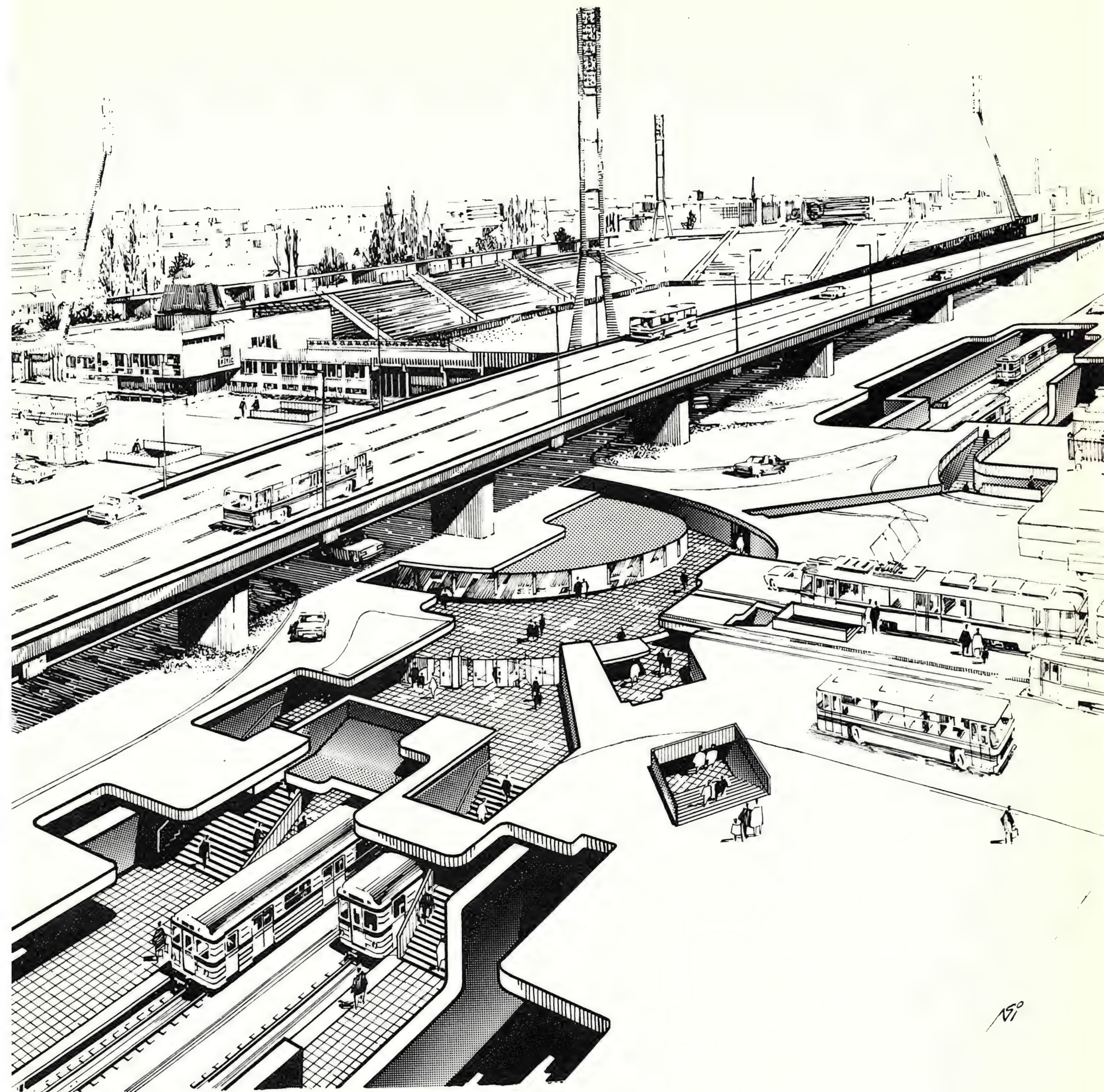
A naponta közel 20 órás üzem, az évente körülbelül 20 000 kilométer futás az állandó karbantartás ellenére is nagy igénybevételt jelent, ezért átlagosan ötévenként végzik a berendezés nagyjavítását.

A szellőztetés mértékét méretezési szempontból az alagutakban, üzemi terekben keletkezett és elszállítandó veszteséghő határozza meg. Ennek 75 százaléka a vontatási energiából, 25 százaléka pedig az egyéb villamos berendezések és az utasok hőleadásából származik.

Az észak–déli vonalon angol gyártmányú Woods ventillátorok működnek. Ezek lapátszögét és egyben a szállított levegő mennyiségét egy hőmérsékletérzékelő berendezés (termosztát) megfelelően fokozatosan változtatja.



Motorkocsi jellegterve



A Könyves Kálmán körúti csomópont

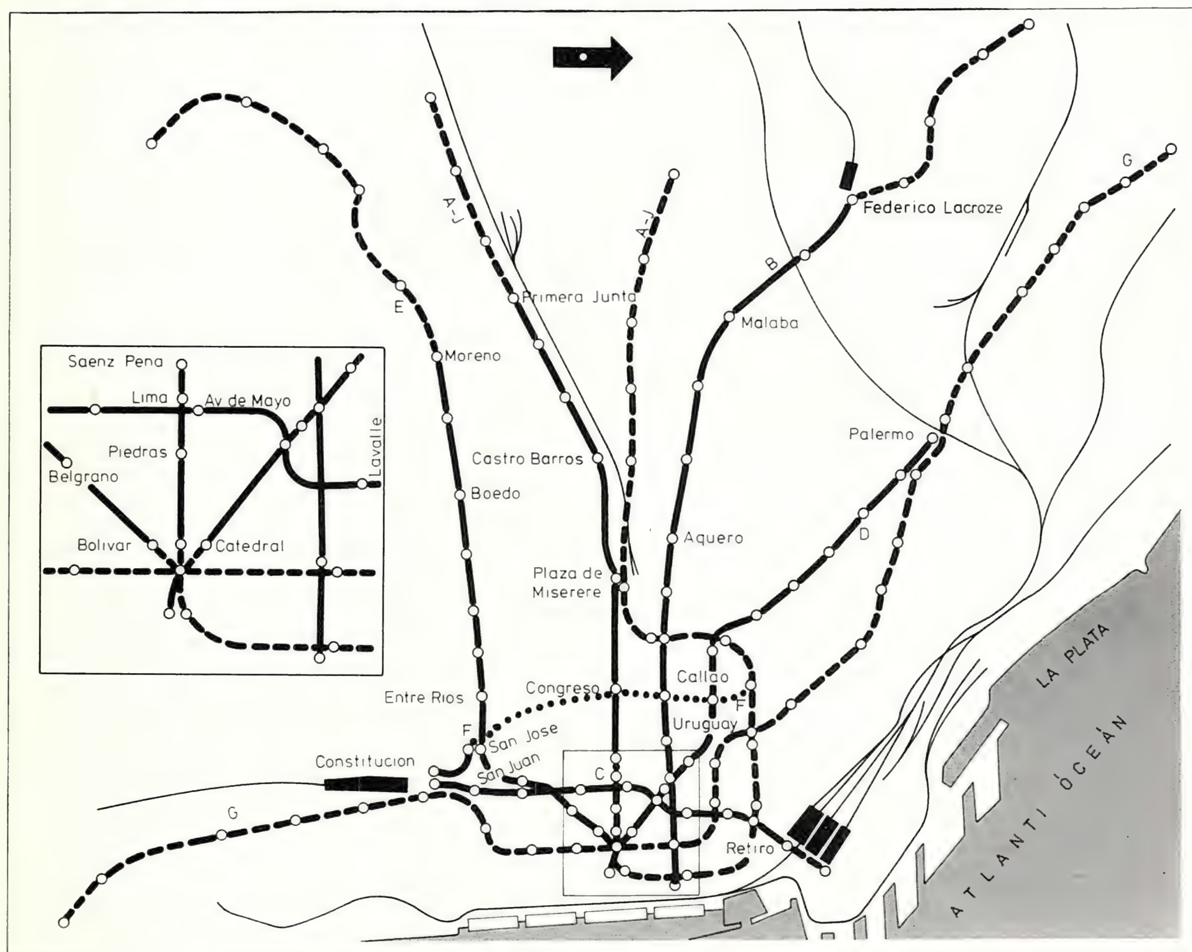
A hálózat bővítése, a meglévő észak–déli vonal északi irányú továbbépítése folyamatban van. Az Élmunkás tér–Árpád híd között mintegy 2 kilométeres vonalszakasz 1984-re készül el és a teljes, a káposztásmegyeri lakótelepig kiépített 21 kilométeres vonal üzembehelyezésére várhatóan 1990 körül kerül sor. A vonalnak ez a szakasza felszínről épített, burkolat alatti vezetésű.

A távlati tervek további két metróvonal építését tartalmazzák (a 4. vonal Móricz Zsigmond körtér–Kálvin tér–Baross tér–Újpalotai lakótelep, az 5. vonal Óbuda–Flórián tér–Élmunkás tér–Baross tér–Klinikák–Boráros tér–Móricz Zsigmond körtér–Kelenföldi pályaudvar), így a teljes hálózat mintegy 75 kilométert tesz ki.

Buenos Aires

A déli félteke egyik legnagyobb városa, Argentína fővárosa a La Plata folyó atlanti-óceáni torkolatában fekszik. A város 200 négyzetkilométernyi területén több mint 3 millióan élnek, de a város környéki körzettel együtt a lakosság száma megközelíti a 10 milliót. A városban van valamennyi argentin vasút végpontja és gyakorlatilag az ország teljes külkereskedelmi forgalma a Buenos Aires-i kikötőkön keresztül bonyolódik.

A jelenleg működő 5 vonalból álló metróhálózat első vonalát (A vonal) 1913 végén nyitották meg az Angol–Argentin Villamos Társaság kezelésében. A vonal hossza 7,25 kilométer, 9 állomása van, a 125 kocsi 1500 volt egyenáramú felsővezetékről kapja a feszültséget. Az alagutak nyitott építési módszerrel készültek, szélességük 7,7 méter, a sínkoronától mért magasságuk 4,45 méter.



Buenos Aires metróhálózata

A vasúti felépítmény zúzottkőre helyezett fa keresztalj, 45 kilogramm/folyóméter tömegű sínnel. A vonal a Plaza Miserere állomásnál közös peronnal csatlakozik a széles nyomtávú (1676 milliméter) Buenos Aires-i nyugati vasút vonalához.

A második vonalat (B) 1930 októberében indították, és a vasút kezelte elővárosi vasútként. A „B" vonal párhuzamos az „A" vonallal, feladata is hasonló: a kikötők és a nagyvasúti pályavonalak kapcsolatának biztosítása. Az üzemeltetés itt 600 voltos egyenárammal, harmadik sínes hozzávezetéssel történik. Az 1435 milliméter nyomtávú Vignol sín zúzottkő ágyazatban fekszik. A kétvágányú alagút szélessége 8,45 méter, ezt középen fal választja ketté. A födém boltozatos kialakítású. 76 motorkocsi bonyolítja le a „B" vonalon a forgalmat, egy-egy kocsi 150 fő befogadóképességű.

A hálózat 1933. és 1944. között újabb három vonallal bővült (C, D, E vonalak). A „C" vonal funkciója a kikötőben lévő pályarendszerek és a nyugaton lévő vasúti pályarendszer (Constitucion) összekötése. A 4,5 kilométer hosszú vonalon 10 állomás van. Az alagutat fúrópajzzsal építették, a keresztszelvény patkó alakú, fesztávja 7 méteres. Különlegessége, hogy a rendkívül szilárd talaj miatt nem építettek ellenboltozatot. A zúzottköves vasúti felépítmény egy, mindössze 30 centiméter vastag betonalapra került. Üzemi szempontból megjegyezhető, hogy vízszintes vonalvezetésben 80–120 méter sugarú ívek is vannak.

A „D" vonal a kikötői negyedből az északkeleti növekvő előVároshoz vezet, érintve a Pacific Vasutat is.

Az „E" vonal a nyugati városrész és a központ összekapcsolását szolgálja. A két vonal kialakítása nagyon hasonló. Az alagutak 95 százaléka bányászati módszerrel készült, boltíves kialakításúak, fesztávjuk 8,32 méter, magasságuk 5,36 méter. Néhány állomást nyitott módszerrel is építettek, a szélső peronos állomásokon a peronszélesség 3–4 méter, a peronok hossza 106 méter.

A 3 újabb vonalon az üzemeltetés 1500 voltos egyenáramú felsővezetékről történik. Érdemes megjegyezni, hogy a „D" és „E" vonalon nem építettek mesterséges szellőztetést, a légcserét a vonatok légmozgató hatása biztosítja. A vonatok minimális követési ideje 2 perc. A vonalkapacitás 22 500 utas irányonként és óránként. A hálózat folyamatosan bővül, a „B" és „E" vonal meghosszabbításán dolgoznak és megkezdődtek a 6. (F) metróvonal 5 kilométeres szakaszának megvalósításával kapcsolatos munkák. Ez a vonal dél–észak irányú és keresztezi a Constitucion vasúti pályaszakaszt.

Bukarest

A másfél millió lakosú román fővárosban a metró első szakaszát a Timpuri Noi Semanatoarea közötti 8,1 kilométeren 1979 szeptemberében nyitották meg.

A keretalagút és állomások nyitott módszerrel a felszínről épültek. A síneket talpfákra erősítették és zúzottkő ágyazaton helyezték el. Az állomások peronhossza 120 méter, mely 6 kocsis szerelvények közlekedését teszi lehetővé. A vonal 9,3 kilométeres meghosszabbítása a Republika tér felé 1981-ben készült el, zömmel pajzshajtásos alagútépítéssel. A hátralévő bővítésekkel együtt a kelet–nyugati vonal 27 kilométer hosszú lesz, 17 állomással.

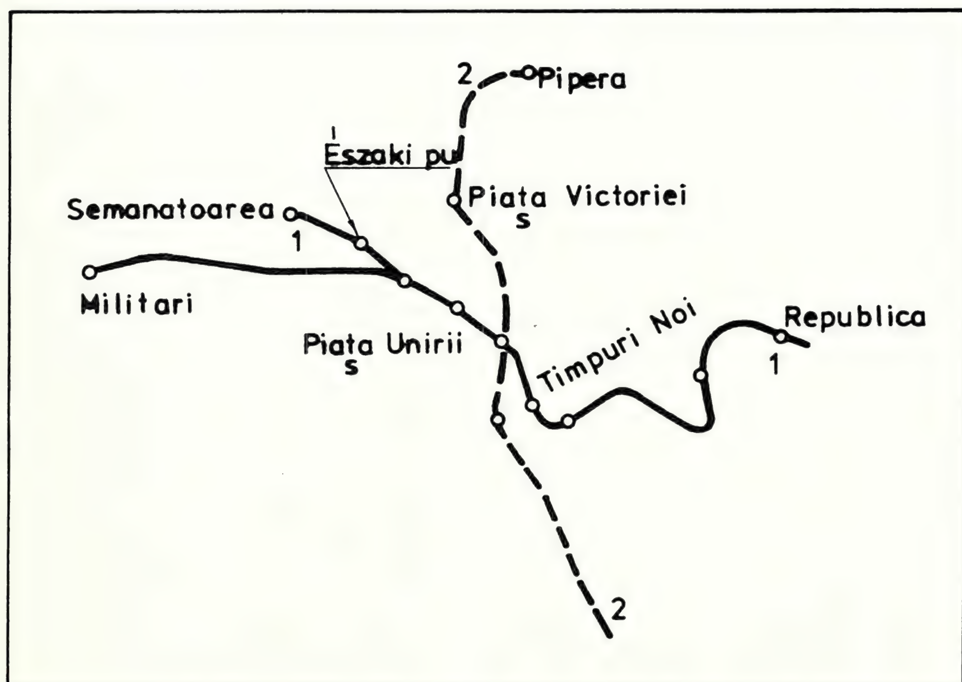
A vontatási feszültség 750 volt, egyenáram. A biztosítóberendezés automatikus működésű, sebességellenőrző berendezéssel kiegészítve. A kitérők távvezéreltek. A rendszer 90 másodperces vonatkövetésre alkalmas.

A motorkocsik Aradon készültek. Befogadóképességük 200 utas. Minden forgóváz hajtott és a 4×66 kilowattos motorok (monohajtás) 1,35 méter/másodperc^2 gyorsulást biztosítanak. A kocsiszekrény pneumatikus rugózású. A legkisebb vonategység 2 kocsi.

A követési idő csúcsidőben jelenleg 4–5 perc, az átlagos utazási sebesség 36 kilométer/óra, a napi utasszám 200 ezer.

A hálózatfejlesztés keretében tervezik az észak–déli (2) vonal építését, mely 17 kilométer hosszú lesz. Első 8 kilométeres szakaszát 1985-ben fejezik be.

A kocsifejlesztés keretében a tirisztortechnika, a rekuperációs fékezés alkalmazása, és az alumínium kocsiszekrény gyártása van napirenden. Tervezik még az automatikus vonatvezetés alkalmazását is.



Bukarest metróhálózata

Chicago

Chicago és 35 külvárosa mintegy 7 millió lakosának tömegközlekedési ellátására 143,9 kilométeres hálózaton 1150 gyorsvasúti kocsi és 3400 kilométeres hálózaton 2400 autóbusz szolgál.

A felszíni tömegközlekedés kezdetei 1859-re tehetők, amikor a State Street-en megindult a lóvasút. Az első zártpályás gyorsvasutat a világkiállítás alkalmával 1892-ban adták át.

Az első földalatti vonalszakasz, a State Street Line (S.S.L.) 1943-ban nyílt meg 7,4 kilométeren és azt a célt szolgálta, hogy összekösse a belváros alatt az északi és déli irányú emelt szintű gyorsvasúti vonalakat.



A chicagói metró egy magasvezetésű szakasza

A második földalatti vonalat a Congress–Milwaukee szakaszokkal 1951-ben indították. 1964 áprilisa óta működik a Skokie vonalszakasz is.

A jelenlegi hálózatból alagúti vezetésű 16,3 kilométer, felszíni vezetésű 66,6 (ebből 35 az autópálya elválasztó sávjában) és magasvezetésű 61 km. Az állomások száma 140.

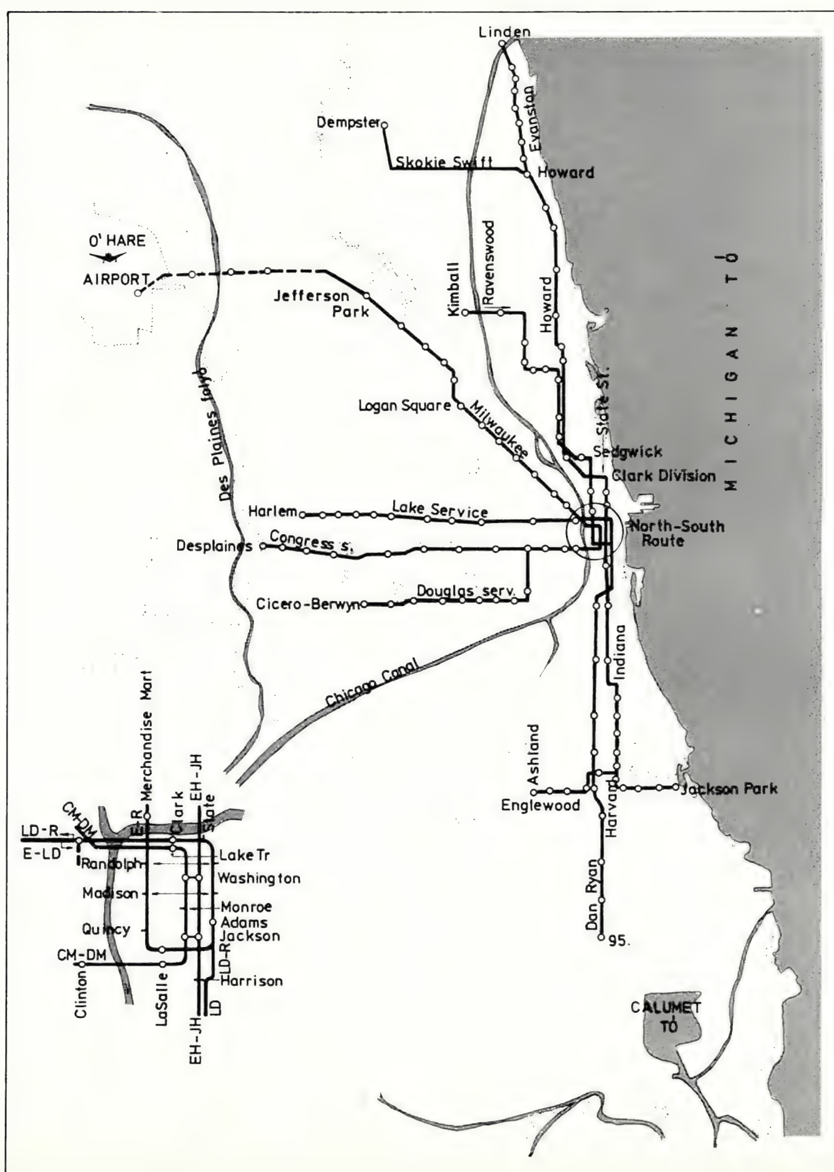
A teljes vágányhossz, járműtelepi kapcsolatokkal együtt 370 kilométer.

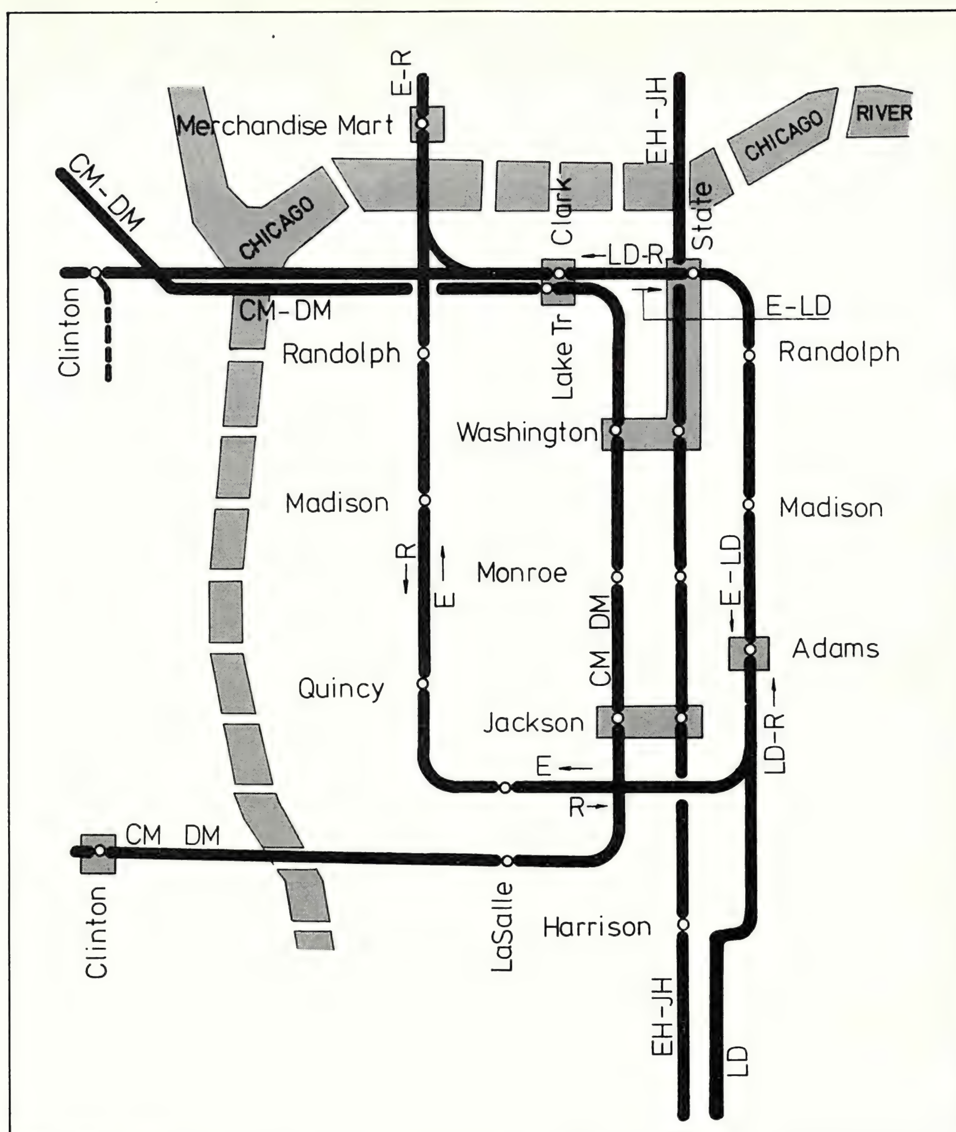
A nyomtáv 1435 milliméter, a pálya maximális lejtése 35‰, a minimális ívsugár 28 méter.

Az alagutak általában kis mélységben futnak (12–15 méter), a csőalagutak átmérője 6,2 méter.

Az állomások peronjai általában 150 méter hosszúak, a középperonok 5,5,–7,0, a szélperonok 3,6 méter szélesek. Érdekes megoldás a központi szakasz mentén, a State Street vonalon elhelyezett 1067 méter hosszúságú 6,7 méter széles szigetperon, melyhez nyolc állomás csatlakozik, és a Congress vonalon elhelyezett 762 méter hosszú szigetperon, melyhez hat állomás csatlakozik.

Chicagó metróhálózata





Chicagói hálózat központi része a vágánykapcsolatokkal és az állomásokkal

A földalatti állomásokhoz a felszín alatti kb. 24×18 méter alapterületű négyszögletes csarnokokból fix lépcsők vezetnek, felfelé mozgólépcsők is működnek, összesen mintegy 40 mozgólépcső üzemel.

A vontatási áramellátás 600 voltos egyenáram, harmadik sínről táplálva. (A Skokie vonalon felsővezeték van.)

A biztosítóberendezés automatikus térközbiztosításos, automatikus vonatmegállítóval kiegészítve. A legújabb vonal-meghosszabbításokon és a Michigan-tó mellett futó vonalon sebességellenőrző rendszert is kiépítettek.

A gyorsvasúti hálózat nagyobb része éjszaka is jár, a hétköznapi fordulók száma: 2400.

A maximális vonathossz 8 kocsi (4 ikerkocsi), utazási sebesség 33–41 kilométer/óra. Egy kocsi befogadóképessége 150 utas (47 ülőhellyel). A kocsik egy része légkondicionált.

A klímaberendezés +35° C külső hőmérséklet mellett a kocsiban +22° C-t biztosít és 50–55% légnedvességet. A kocsikat hangszigeteléssel is ellátták, ezt a kocsiszekrény oldalán, illetve tetején elhelyezett üveggyapot kitöltéssel valósítják meg.

A hálózatot 1150 általában korszerű kocsi szolgálja ki. Az újabb kocsik acélvázas alumínium szerkezetűek. A homlokfelületek üvegszál-erősítésű műanyagból készültek. A nagy ablakok – 90×120 centiméter – színes biztonsági üvegből készültek, ezzel a tükrözési hatást csökkentik. A fénycsővilágítás az olvasási magasságban 30 lumen megvilágítást biztosít.

A hétköznapokon szállított átlagos utasszám 550 ezer. A fejlesztési tervek egy új 15,4 kilométeres vonal építését (folyamatban), 600 kocsi cseréjét és a rádiótelefonhálózat kiépítését tartalmazzák. A hálózat repülőtérig történő 12 km-es meghosszabbítását 1983-ban fejezik be és 1986-ra tervezik a városközponti 9 állomás (LOOP) átépítését. Szerepel a távlati tervek között az észak–déli irányú magasvezetésű vonal városközpont alá vitele.

Az amszterdami metró magasvezetésű szakasza

Az atlantai metró motorkocsija





Barcelonai metróállomás



Peronzár automaták Barcelonában

Bécsi Karlsplatz
mélyállomása
(1. vonal)



Bécsi Reumannplatz
burkolat alatti
állomás (1. vonal)

Brüsszeli metró felszíni állomása





A brüsszeli metró egyedi képzőművészeti alkotásai

A brüsszeli metró motorkocsija, a járműtelepen





A brüsszeli metró motorkocsi vezetőpultja

Mélyállomás építés alatt, Budapesten

Vágányépítés, Kőbánya-Kispest állomás előtti felszíni szakaszon, Budapesten

Szerelési munkák
az alagútban,
Budapesten

Ferenc körúti
állomás, Budapesten

A millenniumi földalatti Mexikói úti állomása, Budapesten

Deák téri elosztó csarnok, Budapesten

Kőbánya-Kispest
állomás utasvárója,
Budapesten

Marx téri négykaru
mozgólépcső



A chicagói metró motorkocsija



Chicagói magasvezetésű metrószakasz



Metróállomás Helsinkiben

Hamburgi metró felszíni szakasza

Hamburgi metró egy mélyállomása

A hongkongi metró egy felszíni szakasza



Zárt peronú metróállomás Leningrádban

A leningrádi metró felszíni utascsarnoka



Lille-i metró kocsija, felszíni pályaszakaszon

A londoni Victoria
vonal egy felszíni
szakasza



A londoni Jubileumi
vonal mélyállomása





A lyoni metró
Laurent Bonneway
állomása



Lyoni metró-
szerelvény

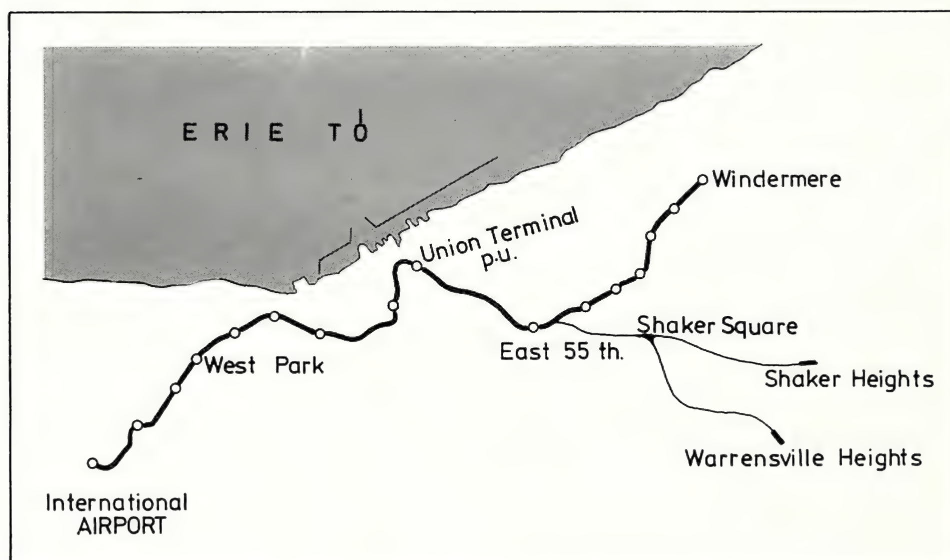
Cleveland

A várost Cleveland tábornok alapította 1796-ban. Ma 600 ezer lakossal Ohio állam legnagyobb városa. Az Erie tó mellett fekszik, főképpen vas- és acélgyártása jelentős. Itt ömlik be a Cuyahoga folyó ipari üzemekkel rendkívül szennyezett vize a tóba. A környező elővárosokkal 1670 négyzetkilométerre terjed ki vonzáskörzete, 1,7 millió lakossal. Két gyorsvasúti rendszere működik. Az 1955-ben megnyílt kelet–nyugati irányú metróvonal és a Shaker Heights gyorsvasút.

A kelet–nyugati metró 30,6 kilométer hosszú, 18 állomással. Csak egy 0,5 kilométeres szakasza fekszik a föld alatt az Union Terminal állomásnál. A vonal a város repülőterére vezet a nyugati végén. Ez volt az első közvetlen repülőtérre vezető vonal az Egyesült Államokban. Az állomások minimum 90 méter hosszúak, így 6 kocsis vonatok közlekedhetnek. Jelenleg egy- vagy kétkocsis szerelvényekkel bonyolítják le a forgalmat.

A kocsik 14,7 méter, illetve az újabb típusnál 21,3 méter hosszúak. Az áramtáplálást felsővezetékkel biztosították. A vonatok legnagyobb sebessége 96 kilométer/óra, az utazási sebesség 48 kilométer/óra.

1980-ban 300 ezer utas volt a hétköznapi átlagos utasszám. 1979-ben 60 darab új kocsit szereztek be. A Shaker Heights gyorsvasút a városközpontból délkelet felé vezet és egy elágazó vonallal rendelkezik. Az Union Terminal és az East 55th szakaszon 4,1 kilométer hosszon közösen közlekedik a metró kelet–nyugati vonalával. A vonal 21,3 kilométer hosszú és a városi gyorsvasút a „light rail" követelményeinek felel meg. A vonalat 1979-ben új kocsikkal látták el.



Cleveland metróhálózata

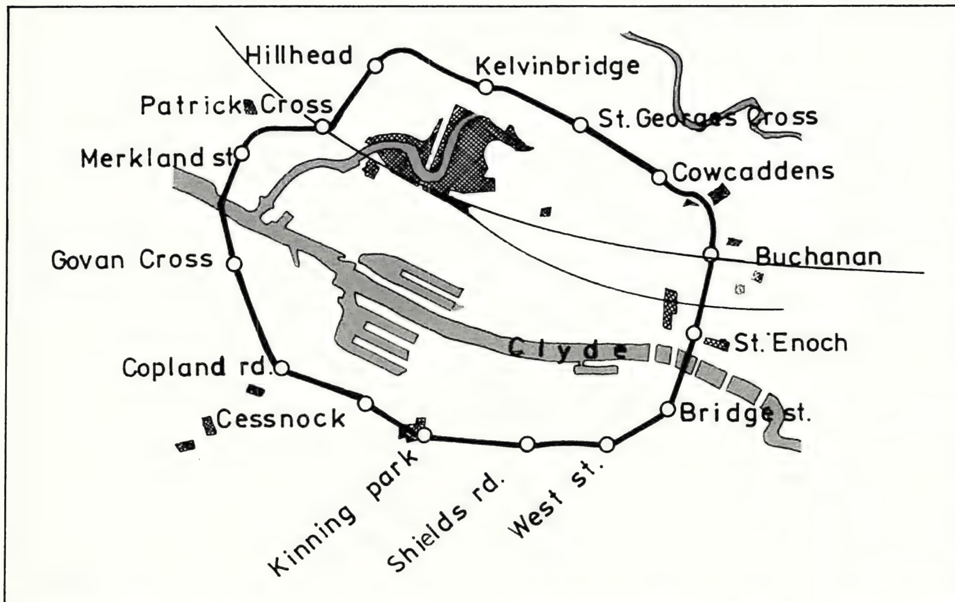
Glasgow

Skócia fővárosát, a 950 ezer lakosú, 160 km² kiterjedésű Glasgow-t, a VI. században alapították és sokáig egyházi oktató központ volt, majd a középkorban kereskedővárossá fejlődött. Gyors növekedése a XVII. század után kezdődött, mikor a Clyde folyó szabályozása révén az Atlanti-óceánról érkező tengerjáró hajók is kiköthettek a város kikötőjében. Ma a város fontos ipari, közlekedési és kulturális központ szerepét tölti be a szigetországban. A városi agglomeráció 1175 négyzetkilométerre terjed ki 1,9 millió lakossal.

A földalatti vasút gondolatát 1887-ben magánemberek vetették fel, egy északnyugatról a városközpont felé vezető vonal építését javasolva. Ezt akkor nem fogadták el. A jelenleg működő, a városközpontot magában foglaló körvasút tervét 1890-ben fogadták el. Ma már tudjuk, hogy a körvonalnál sokkal előnyösebbek az átmérős vonalak, abban az időben azonban nem ismerték még a városi forgalom alakulását.

A vonalon a forgalmat 1896 decemberében indították meg, de egy baleset miatt nem sokkal az üzembehelyezés után lezárták, és 1897 januárjában nyitották meg újra. Ez a vasút a világ legrégibb „csővasútja", az alagút átmérője 3,36 méter, a legkisebb vasúti alagutak közé tartozik, mélysége 2–35 méter között változik.

A két vágány külön-külön épített alagútja egymástól teljesen független, a pálya legnagyobb emelkedése 6%, a legkisebb ívsugár 200 méter.



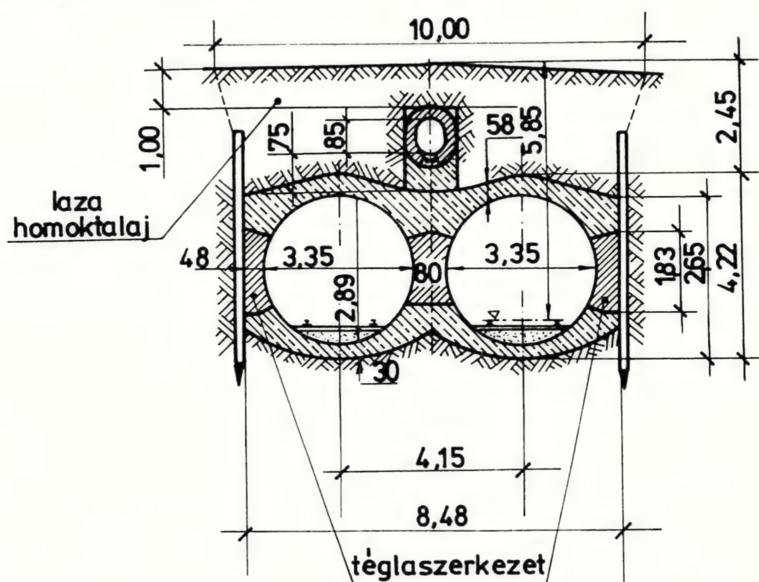
Glasgow metróhálózata

A 10,5 kilométer hosszú vonalon 15 állomás van, az állomások közötti átlagos távolság 700 méter. Az állomások hossza 42,6 méter, a peronszélesség 4,6 méter. A vonal a Govan-Cross-i állomástól indulva érinti a déli munkásnegyedeket, kapcsolatot létesít a nyugati lakónegyedekkel és a belvárossal.

A múlt század végén Angliában elterjedt gyakorlat volt, hogy a vasúti szerelvényeket a nagyobb emelkedőkre kábellel vontatták fel. Ez adta az ötletet, hogy a glasgow-i metró is kábelvontatású legyen, tekintettel arra, hogy el akarták kerülni a gőzmozdonyokkal járó erős füstképződést. Két, egyenként 1500 LE-s gőzgép húzta a kábelt folyamatosan mindkét alagútban a sínek között elhelyezett 1700 kábelvezetőn át.

A kétkocsis szerelvény első kocsiján volt az a szorító, mellyel a vonatot a kábelhez kapcsolták, illetve kioldásával a szerelvényt megállították. Ebben az időben egy kör megtételéhez mintegy 38 percre volt szükség.

Az alagutak egy részét a felszínről nyitott építési módszerrel falazott tégla és betonszerkezettel építették. Több szakaszon zárt bányászati módszerrel kör alakú alagutakat építettek, pajzsos módszerrel. Így épültek a Clyde folyó alatti alagutak is öntöttvas tübbing gyűrűkből, levegőtúlnyomás védelmében.



Glasgow-i kettős alagút keresztmetszete, homoktalajban, betonból szádfalak között építve

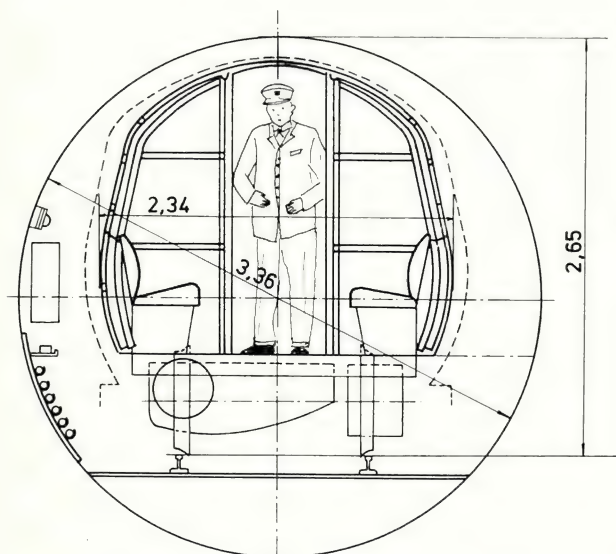
Egyes szakaszokon az alagút alsó része kemény sziklába került, úgyhogy az alagút alsó felén nem is volt szükség falazatra.

A magánkézben lévő metró 1922-ben csődbe került; a város vásárolta meg és üzemeltette tovább. A vonal villamosítására 1935-ben került sor. 1940-ben egy bombatalálat miatt féléves üzemszünetre kényszerültek.

A vontatás villamosítása nem volt egyszerű. A nyomtáv 1219 milliméter, így a viszonylag kisméretű kocsi alatt kellett elhelyezni a hajtómotort. A kétkocsis egységben egy-egy kocsin forgórészenként egy-egy 60 LE-s motor biztosította a vonóerőt. Az alkalmazott feszültség 600 volt egyenáram, a táplálás harmadik sínről történt. A kocsik 230 voltos váltakozó áramú világítására külön az alagút falára elhelyezett T alakú áramvezető sín szolgáltatta az áramot.

A metró kétkocsis szerelvényei ebben az időben évi 25–30 millió utast szállítottak, a követési idő 3 perc, az utazási sebesség 22 kilométer/óra volt.

Ebből az időből érdemes még megemlíteni azt az egyedülálló megoldást, ahogy a vasútbiztosító berendezést kialakították. Tekintve, hogy a vasúti síneket acélaljakhoz erősítették, a pálya foglaltságát jelző hagyományos szigetelt sínáramkörös biztosítóberendezést nem lehetett alkalmazni. A sínáramkört az alagút falán végigfutó, a kocsik világításához használt áramvezető sín felhasználásával helyettesítették. Az áramvezető síneket szakaszokra osztották, ha a szakaszon belül a szerelvény áramot vett fel, a mögöttes fényjelző „állj" jelzést mutatott. Állj jelzés volt akkor is, ha az alagútvilágítás kimaradt. A berendezést mechanikus autostoppal is kiegészítették.



Alagút és kocsi-keresztmetszet

Egyedülálló megoldás a kocsik tárolási, javítási rendszere is. A kocsik állandó jelleggel a pályán vannak, üzemszünetben is. Karbantartás céljából daruval emelik őket a felszínre és viszik a javítóműhelybe.

A nagyon elavult és korszerűtlen metróvonal teljes rekonstrukcióját a Skót Államtitkárság 1974-ben határozta el, biztosítva a beruházáshoz szükséges 12 millió font 75%-át, mint állami támogatást.

A rekonstrukció során a következő feladatokat kellett megoldani:

– az állomások teljes átépítését, 9 állomásra mozgólépcső beépítését, 6 állomás átalakítását oldalsó peronosra;

– teljesen új vasúti pályát és felépítmény építését;

– új áramellátást, a vasútbiztosító berendezés létrehozását, az automatikus sebességellenőrzés biztosítását;

– új kocsik beszerzését;

– új üzemi bázis létesítését;

– az átszálló kapcsolatok új kialakítását a városközpontot föld alatt átszelő vasútvonalakkal. E két vasútvonal fontos szerepet tölt be a város és a környék közlekedésében.

Megvalósítását 1977 elején kezdték a régi vonal teljes lezárásával, s 1979 nyarán adták át a modernizált földalatti vonalat az utazóközönségnek.

A rekonstrukció 6 állomáson teljes újjáépítést jelentett. (St. Enoch; Buchanan Street; Hillhead; Patrick; Govan és Copland). Mindenütt teljesen új szerkezetek,

Kocsiszín a metrószerelvényekkel

A városközpontot föld alatt átszelő vasút állomása

új peronok, üzemi helyiségek, felszíni kapcsolatok épültek. A többi kilenc állomáson felújítás, bővítés, átépítés, belsőépítészeti kialakítás (burkolatok) és teljesen új installáció beépítése volt a feladat.

Különösen érdekes szerkezetépítési munkát jelentett a St. Enoch állomás régi, műemléknek számító, felszíni épületének megmentése, ami abból állt, hogy a régi metróállomás közel 100 éves felszíni épülete alá kellett egy új aluljárót építeni és elvégezni a vonalalagutak átépítését.

A felújított peronok hossza 40 méter, háromkocsis szerelvények fogadására alkalmasak.

A vonatok háromperces követési idővel közlekednek, azonban a rendszert 2 perces követési időre építették.

A szerelvényeket egy vezető viszi. A pálya mentén pontszerű vonatbefolyásoló rendszert építettek, amely az indítás után határsebesség információkat ad fel a vonatra, s a kocsiberendezés ezeknek megfelelően növeli-csökkenti a sebességet automatikusan. Az állomásoknál külön célfékező program vezérel.

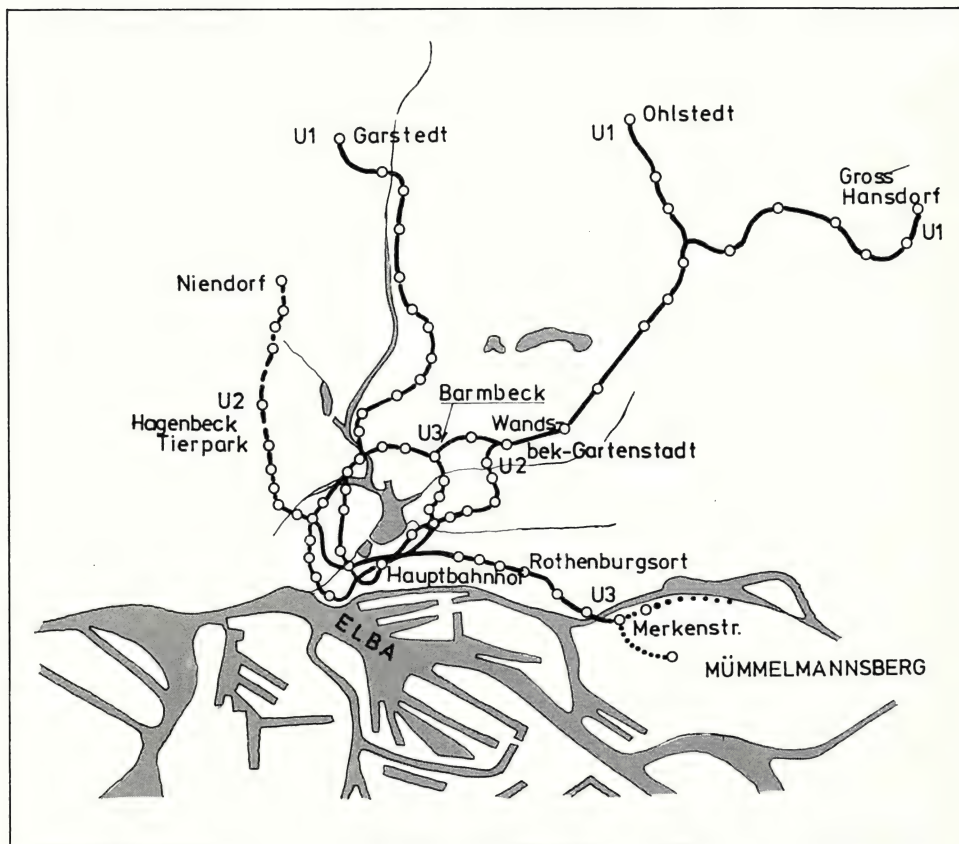
Az áramellátás harmadik sínes, a vontatási feszültség 600 volt. Az állomások távvezéreltek.

A hírközlést és ellenőrzést rádió-telefon, üzemi telefon, valamint ipari tv-lánc biztosítja. A tv-monitorok a központi vezérlőteremben vannak. 15 monitor a 15 állomás peronjainak megfigyelését szolgálja, míg 2 monitor szelektív lehívással a fontosabb átszálló állomásokon, mozgólépcsőknél, utascsarnokokban elhelyezett kamerákkal való forgalomfigyelést biztosítja.

Az állomásokon pénzváltó-, jegykiadó- és peronzár-automatákat helyeztek el. A peronzár-automaták ellenőrzik a jegyek érvényességét; nem érmével működnek.

Hamburg

A kétmilliós kikötővárosban már igen korán, 1906. október 7-én megkezdődött az első metróvonal építése. Két szakaszban történt átadás után 1912-ben nyílt meg az első vonal, amely nagyobb részben (75 százalék) a felszínen, magasvasútként fogja körül a városközpontot, 17,5 kilométer hosszban. A körvonalból 3 elágazó vonalat indítottak, ezekkel együtt 1915-ben 27 kilométerre nőtt a hálózat. Az első világháború miatt az építés csak 1920-ban folytatódott. A továbbépítés keretében a külső városrészek bekapcsolása és a meglévő hálózat átalakítása volt a kitűzött feladat. A kiágazásokból a lényegesen kedvezőbb vonalvezetésű átmérős vonalakat alakították ki, a körvonal felhasználásával, illetve újabb szakaszok építésével. Ezenkívül meghosszabbították a pályákat a külső városrészekbe. Az első átmérős vonal 1929-ben nyílt meg. 1934-ben 69,3 kilométerre növekedett a hálózat. Ezután a második világháború miatt bekövetkezett építési szünet után 1955-ben folytatták az építést. A háborúban tönkrement U_3-as, Rothenburgsortba vezető 3 kilométeres magasvasúti



Hamburg metróhálózata

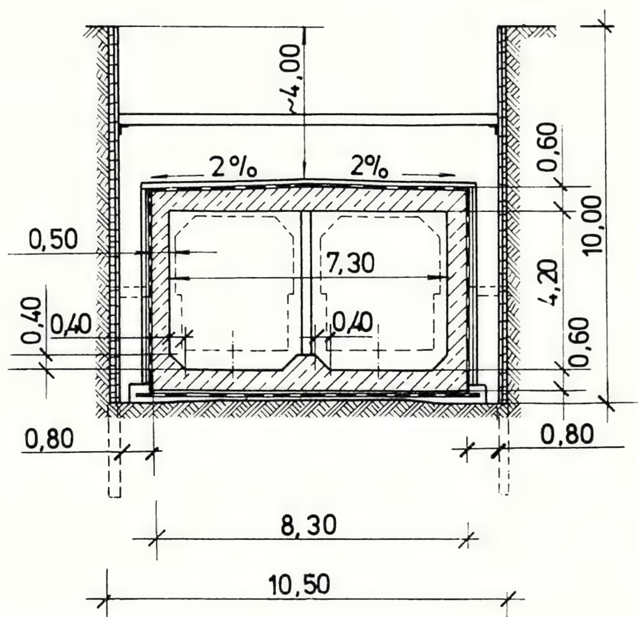
szakaszt már nem is építették újjá az eredeti formájában, kellemetlen zajossága miatt, hanem áttértek a föld alatti vezetésre. A hálózat ma lényegében 3 átmérős vonalból áll. Hossza 92,1 kilométer, ebből 32,0 kilométer alagútban vezet és 79 állomása van. 12 megálló a metró és az S-Bahn közötti átszálló állomásként üzemel. A 12 megállónál a személygépkocsik részére úgynevezett Park and Ride parkolókat alakítottak ki; (ehhez tartozik az U_1 vonal felett a 480 férőhelyes P+R parkolóház is a Langenhorn-Markt-on).

A hálózaton a napi utasszám mintegy 550 ezer, a vonali csúcsórai férőhely 25 ezer. Az állomások jelentős részén (40) mozgólépcsők üzemelnek. Egyes helyeken felvonókat alkalmaztak.

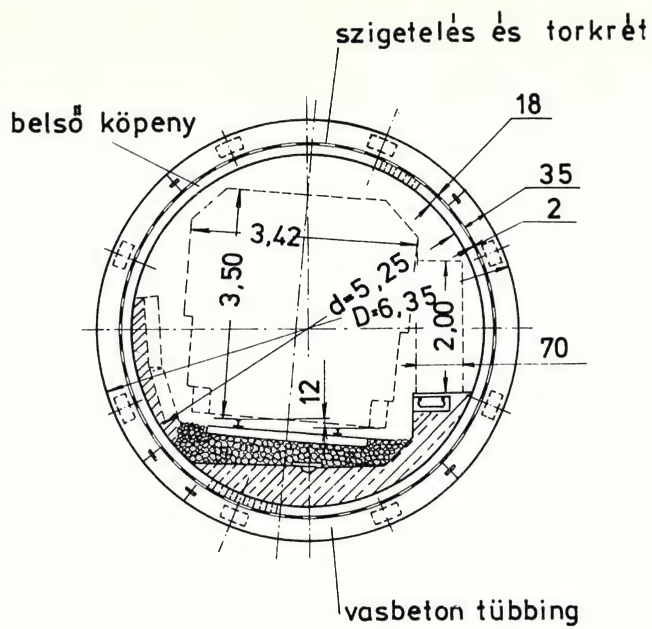
Jelenleg az U_2 vonal továbbépítése folyik, a Hagenbecks Tier parktól Niendorf Markt-ig. Ennek a vonalnak az előkészítő munkái 1978. év végén kezdődtek. Az alagútépítés a Kollau Strasse mentén a Lokstedter Holt és a Niendorfer Markt-Platz között 1979. július 7-én kezdődött. A 6,5 kilométer hosszú és 5 állomást tartalmazó meghosszabbítás befejezését 1986-ra tervezik. A program tartalmazza még az U_2 vonal meghosszabbítását, a város keleti részében a Merken Strassétől Staatsgrenzé-ig és a Möllner Land-Strassénél kialakítandó elágazó vonalat, mely Mümmelmannsberg-ig haladna. Ennek a vonalnak az építésére előreláthatólag a 90-es években kerül sor. A teljes hálózatot 142 kilométer hosszúra tervezik.

A föld alatti szakaszok építésénél mind a nyitott, mind a zárt alagútépítési módszert alkalmazták.

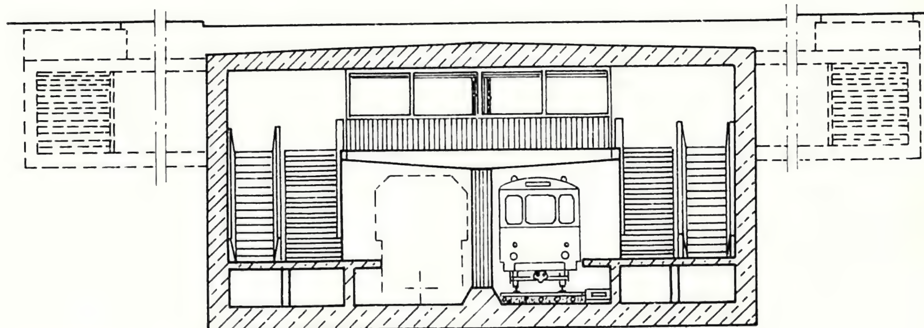
A normál nyomtávú pályán a minimális ívsugár csak 68 méter, a vonal felszíni, illetve magasvasúti kialakítása miatt, a maximális emelkedő 50‰. Az állomások peronhossza minimum 90, maximum 125 méter. A vonatok a 750 voltos feszültséget harmadik sínről kapják.



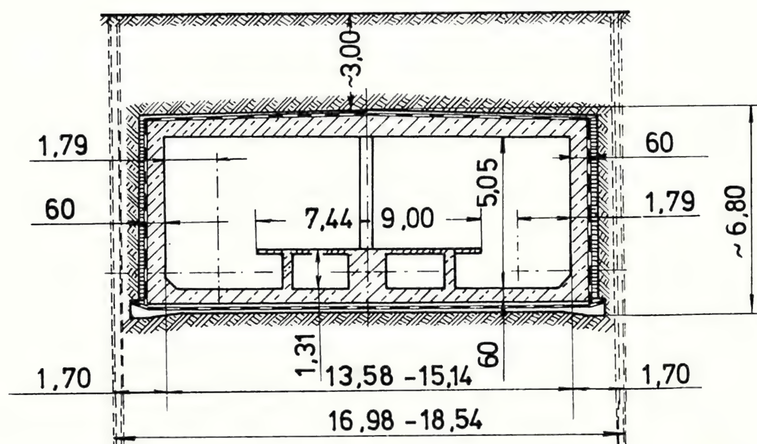
Burkolat alatti oszlopos alagút keresztmetszete



Egyvágányú mélyvezetésű alagút keresztmetszete



Oldalperonos burkolat alatti állomás keresztmetszete



Középperonos burkolat alatti állomás keresztmetszete

Folyamatban van a biztosítóberendezés korszerűsítése, melynek során a számítógépes folyamatvezérlésű, automatizált üzemre térnek át.

A rendszer érdekessége, hogy a számítógép nemcsak a vonatforgalom, hanem a mozgólépcsők és jegyárusító automaták felügyeletét is ellátja.

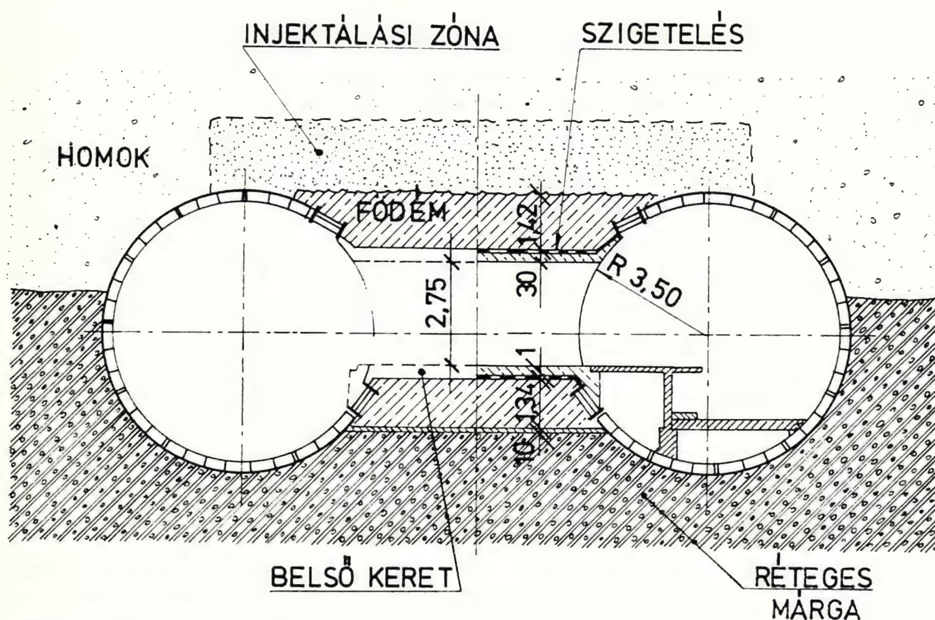
A próbaüzem 1980 végén kezdődött az U_1 vonal egy 10 kilométeres szakaszán. Amennyiben a kísérletek sikerrel járnak, megszüntetik az állomásokon a forgalmi személyzetet. Az automatikus üzemmódtól 20% energiamegtakarítást is várnak.

A metrókocsik műszaki fejlesztése során a váltóáramú hajtás és az automatikus hibakereső- és jelzőberendezés próbaüzemét végzik.

A járműbe épített és a számítógép által vezérelt készülék felügyeli a kocsi berendezéseit és működésüket. Üzemzavar esetén a hibát automatikusan jelzi, a szükséges mérési értékeket is megadja, hogy a javító személyzet a hibát gyorsan behatárolhassa és kijavíthassa.

A hamburgi gyorsvasúti hálózat fontos részei a várost átszelő elővárosi vasút S-Bahn vonalai is, amelyek nemcsak az elővárosok, hanem a belső városi forgalom lebonyolításában is részt vesznek. A nagy kiterjedésű, 193 kilométeres S-Bahn vonalakból 83 kilométer villamos üzemű.

A felszíni villamost 1978. szeptember 30-án teljesen megszüntették, a belváros és Schnellsen közötti vonal leállításával.



Mélyállomás szerkezeti kialakítása

Harkov

Harkov gyorsan fejlődő ipari nagyváros, hagyományos közigazgatási, közlekedési központ Ukrajnában.

Nyolc vasúti fővonal és öt főközlekedési út találkozik a városban.

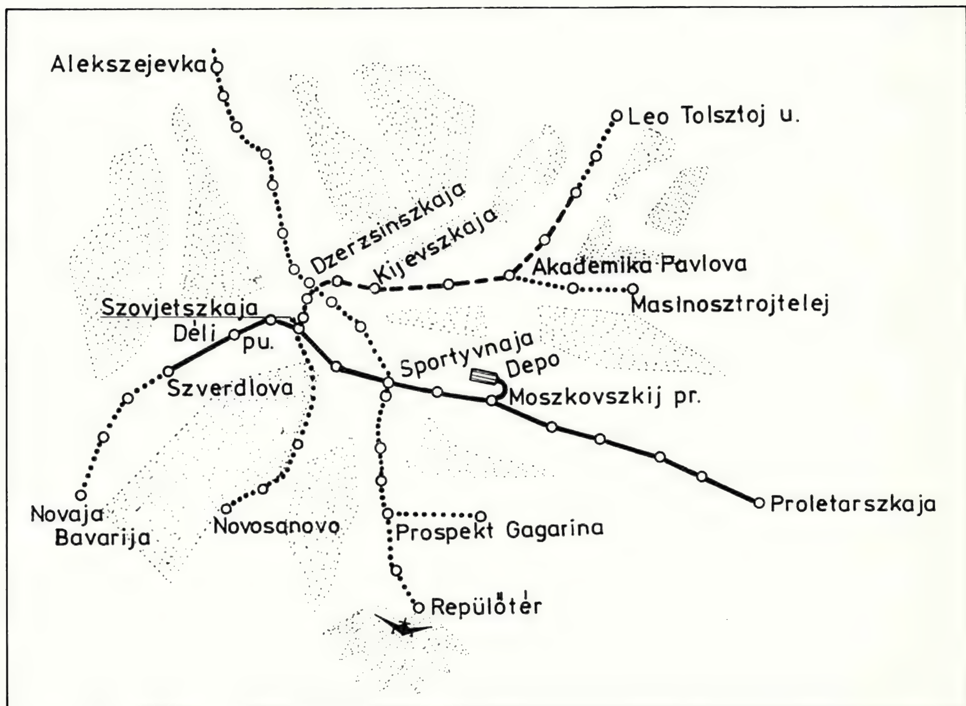
A másfél milliós város nappali népessége a környező városokból munkába érkező 200 ezer emberrel növekszik. A növekvő közlekedési gondok enyhítésére 1968-ban kezdték el a metró építését.

Az első vonalat 18,2 kilométer hosszúra, 13 állomással tervezték. A vonal első 10,6 kilométeres szakaszát 1975. augusztus 11-én helyezték üzembe, a „Szverdlova" és a „Moszkovszkij proszpekt" állomások között 8 állomással. A vonalszakasz három vasúti és két autóbusz-pályaudvart köt össze a centrummal, valamint a keleti városrész nagy ipartelepeivel.

1978 augusztusában a vonalat keleti irányban 7,6 kilométerrel meghosszabbították, így a vonalszakasz 18,2 kilométerre növekedett, 13 állomással.

A vonalon 5 kocsis szerelvények közlekednek, a legkisebb követési idő két perc, a napi utasszám 550 ezer ember, a teljes tömegközlekedési utazások 25 százaléka.

A metróépítés jellegzetessége, hogy az elkészült 13 állomásból tizenegyet nyitott munkagödörben, I-tartós dúcolás védelme alatt építettek.



Harkov metróhálózata

Több állomás egyboltozatos kialakítású, ahol a monolit vasbeton boltozatot csúszózsaluzással építik havi 24 folyóméter előrehaladási sebességgel.

Az állomások vasbeton szerkezetei nagyobbrészt előre gyártottak. Közöttük a vonalalagutakat általában pajzsos munkamódszerrel építik, a talajnak feszített, előre gyártott, vasbeton-blokkos falazattal.

Több mint 600 méteren rézsűk között, előre gyártott, négyszög keresztmetszetű keretelemekből készítették az alagutakat.

A biztonságot szolgálja, hogy a hagyományos térközjelzős biztosítóberendezés kiegészül az automatikus sebességszabályozással.

A hálózat bővítésének terve két további vonal építését tartalmazza. Az egyik az északkeleti–délnyugati irányú Szaltovszko–Sevcsenkovszkij vonal lesz, a másik pedig az észak–déli irányú Alekszejevszko–Gagarinszkij vonal. A teljes hálózat mintegy 45–50 kilométeres lesz.

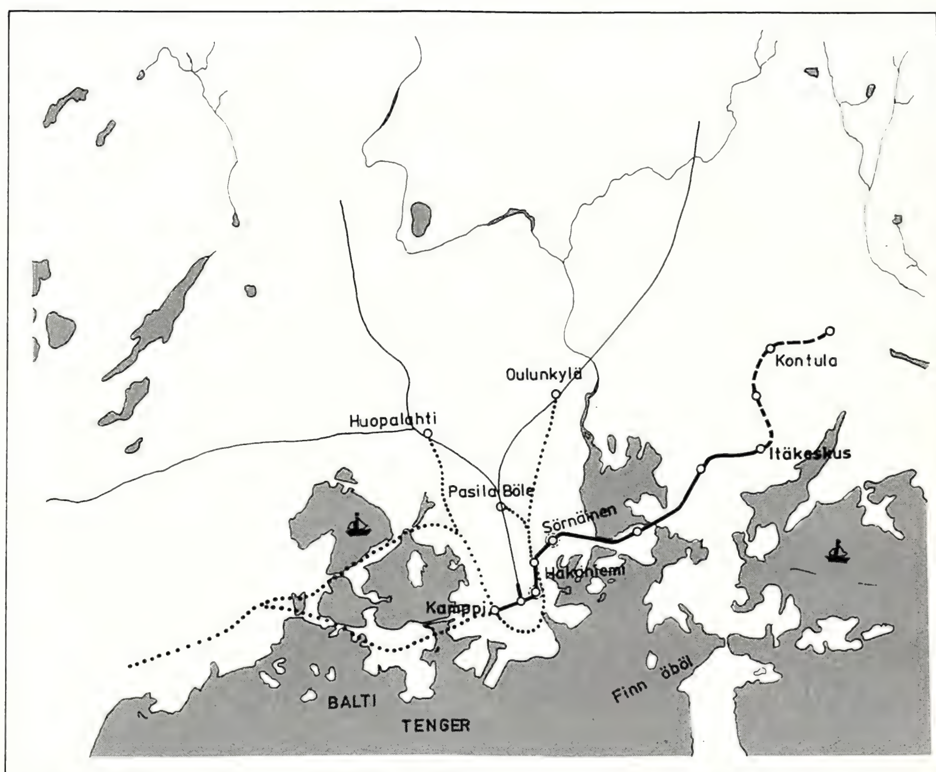
Helsinki

A finn főváros, Helsinki, a Balti-tenger partján fekszik, lakosainak száma közel félmillió. A régióhoz tartozó három másik városban (Espoo, Vantaa, Kauniainen) még 250 ezren laknak.

A város területe 182,2 négyzetkilométer, a régióval együtt 730 négyzetkilométer.

A város tömegközlekedése 1888-ban indult az első lóvasúttal, 1900 óta van villamos. A tömegközlekedés a kiterjedt (1140 kilométer) autóbusz-hálózaton alapszik, része még a 72 kilométer hosszú villamoshálózat és 117 kilométer elővárosi vasút.

A metrót 1969-ben kezdték építeni és az első 9 kilométeres szakaszt (Kamppi, Itäkeskus) 1977-re tervezték üzembe helyezni. Erre pénzügyi okok miatt (a költségek a tervezettnek az ötszörösére növekedtek és a beruházás költségeit teljes egészében a városnak kellett fedezni) akkor nem került sor. 1972 májusában elkészült egy 2,8 kilométeres felszíni szakasz, ahol a hazai gyártmányú metrókocsik próbáit végezték.



Helsinki metróhálózata

Az első szakaszt, mely 9 kilométer hosszú, 1982 augusztusában adták át a forgalomnak, amit 1983-ra összesen 11,2 kilométer hosszúra meghosszabbítanak. A teljes hosszból 7,2 kilométer a felszínen vezet (ebből 2 kilométer a híd és viadukt) és 4 kilométer a városközpont alatt a tengerszint alatt 20–30 méterrel a sziklából kirobbantott alagútban.

A munka érdekessége volt, hogy a mélyvezetésű építés egy szakaszán folyékony nitrogénnel végzett talajfagyasztás alkalmazásával kellett a mállékony kőzetet az alagútépítésre alkalmassá tenni.

A vasúti pálya széles nyomtávú (1524 mm), az alépítményt vasbeton aljakra rögzített 54 kilogramm/folyóméter tömegű sín alkotja. Az alagúti szakaszon, ott ahol a vonatok okozta rezgések épületekre gyakorolt hatását csökkenteni kellett, ásványgyapot réteget helyeztek el a vasúti pálya alatt.

Az alkalmazott metrókocsik a legkorszerűbbek közé tartoznak. A 750 volt egyenáram vontatási feszültséget harmadik sínről veszik le. A hajtást tirisztoros vezérlésű aszinkron motorok biztosítják. A vonatvezetés automatizált, vezető nélküli üzemre alkalmas.

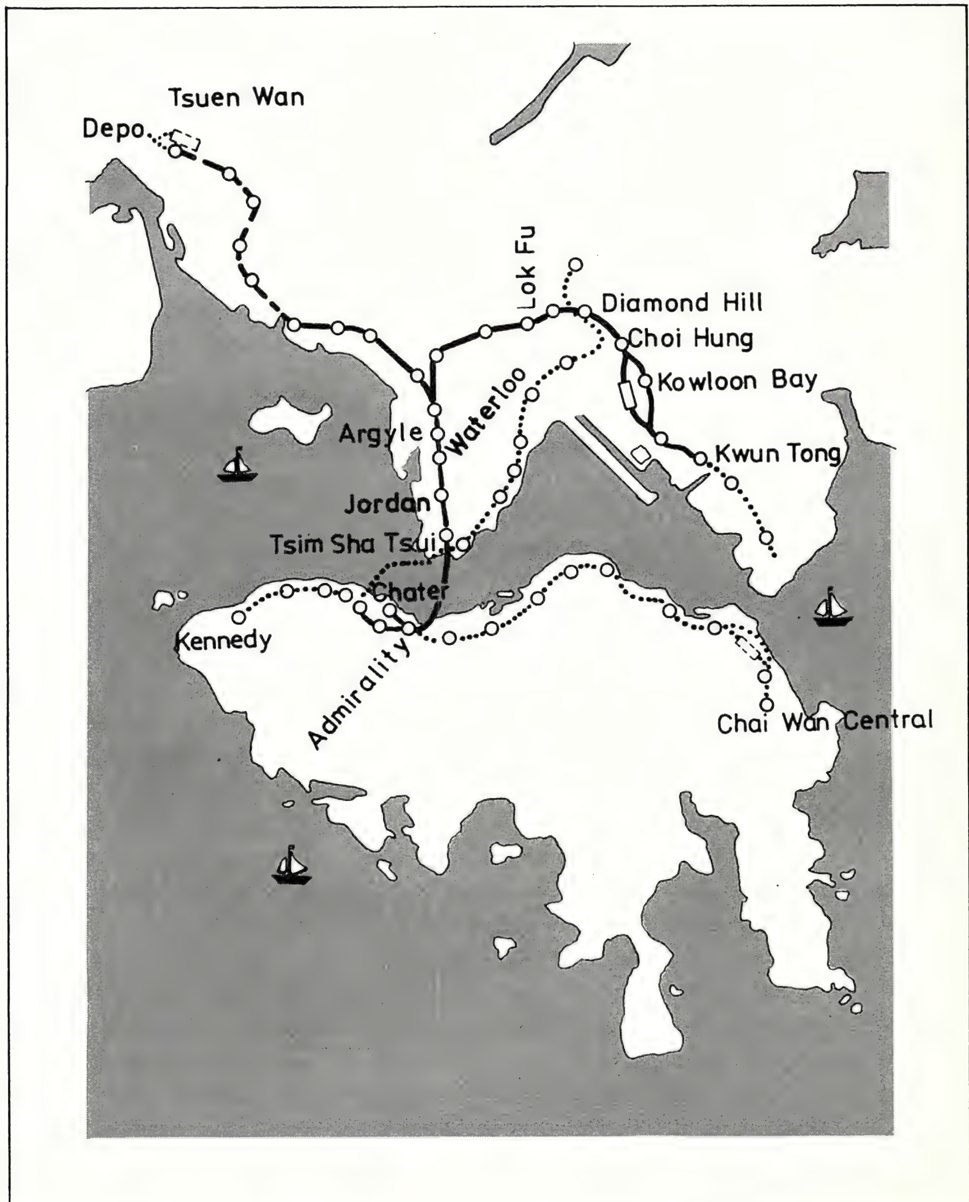
A kocsik könnyűfém szerkezetűek, légrugózásúak. A kétkocsis vonategységben 140 ülőhely és 260 állóhely van. A vonatok követési ideje csúcsidőben 5 perc, egyébként 10 perc. Távlatban 2–3 perces csúcsidei követéssel számolnak. Az utazási sebesség 43 kilométer/óra, a teljes vonalon az utazási idő 16 perc. Az üzemidő 17,5 óra.

A továbbépítés sajátossága, hogy csak 1984-re helyezik üzembe a már működő vonal egy közbenső állomását (Sörnainen) és 1986-ban egy további közbenső állomást (Hakaniemi).

A vonal további északkeleti 3,1 kilométeres meghosszabbítását 1984–87 között tervezik megépíteni. Nagyobb távlatban mintegy 45 kilométeres, két vonalból álló hálózattal számolnak. A második, U alakú vonal a tengerbe nyúló félsziget észak–dél irányú közlekedését szolgálná és szorosan illeszkedik az elővárosi vasúti vonalakhoz is.

Hong-Kong

Hongkong a világ egyik leggyorsabban fejlődő városa. A zsúfolt gépkocsi-forgalom, a tömegközlekedés egyre növekvő utasszáma, sürgősen szükségessé tette a metróépítést. A terv egy olyan gyorsvasút létesítésére irányult, amely képes több mint egymillió utazást lebonyolítani naponta, és a tervezéstől a kivitelezésen keresztül az üzembehelyezésig négy évet igényel a megvalósítása. Költségei pedig maximum 5800 millió hongkongi dollárt tesznek ki.



Hongkong metróhálózata

A hongkongi metró sok tekintetben szokatlanul új. Az első vonal, amelynek 8 kilométeres első szakaszát 1979-ben, második szakaszát 1980-ban helyezték üzembe, 15,6 kilométer hosszú. A világ egyik legjobban igénybe vett metrója, amely 60 ezer utast tud óránként és irányonként szállítani.

Igen változatos geológiai viszonyok között (sziklától a tengerfenékig) épül a vonal.

Tekintettel arra, hogy Hongkongban hosszú, forró nyarak vannak, az állomásokat, vonatokat és az alagutakat légkondicionáló berendezésekkel látják el, amelyek a nyári hónapokban működnek.

Az építkezés pénzügyi támogatása csaknem kizárólag exporthitelekből és a nemzetközi piacon felvett hitelekből történt.

A hongkongi metró terve 1967-ben merült fel, és feltárta a tömegközlekedés helyzetének kritikusságát, különöstekintettel a rendkívüli népsűrűségre. A háború utáni népességnövekedés Hongkongban körülbelül évente félmillió volt 1965-ig, amikor is 4,4 milliónyi lakos volt. A lakosság lélekszámát 1991-ben 6 millióra becsülik az előrejelzések.

1965-től 1973-ig a napi utazások száma a tömegközlekedési eszközökön 40%-kal nőtt, azaz 3,8 millióról 5,3 millió utazásra. Ez mutatja, hogy az utazási igény kétszer olyan gyorsan nőtt, mint a lakosság.

Az 1970-ben elkészített terv 52,7 kilométeres metróhálózatot tartalmaz, amely 50 állomást foglal magában és kiszolgálja a főközlekedési irányokat és csomópontokat. A teljes rendszer 4 vonalból áll: a Kong Kow, a Tsuen Wan, az Island és az East Kowloon vonalból.

Két évvel később a kormány alapjaiban egyetértett az építés első fázisának, egy 26 kilométeres hálózat építésének a megindításával. Egy évvel később 1974-ben egy japán konzorciummal szerződést is kötöttek az építésre, 1974 decemberében azonban a japánok visszaléptek a szerződés teljesítésétől.

Néhány héttel a japánokkal folytatott eredménytelen tárgyalás után a kormány felhagyott azzal a koncepcióval, hogy egy vállalattal kössön szerződést és úgy határoztak, hogy a munkát 25 építési vállalkozó és 10 elektromos-gépészeti vállalkozó között osztják fel, egy nemzetközi tenderen kiírt közös vállalkozás formájában. A módosított tervek az induló szakaszt 15,6 kilométer hosszúra csökkentették. Így az első ütemben a Kwun Tong-tól induló vonal építése kezdődött meg. A vonal a Hongkong sziget legnagyobb üzleti és kereskedelmi centrumának, a Charternek az összeköttetését biztosítja az ipari és lakókörzetekkel a Kowloon városrészben.

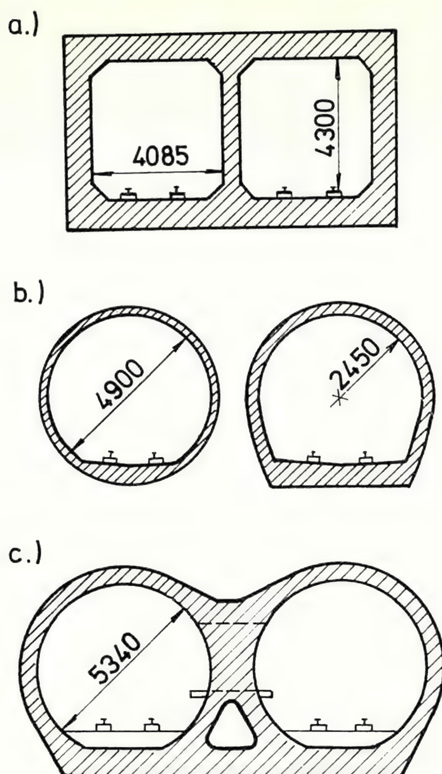
A vonal 12,8 kilométeres szakasza föld alatt fekszik, 2,8 kilométer a felszínen vezet.

A Charter állomástól a Choi Hung állomásig tart a föld alatti szakasz. A Choi Hung állomástól emelkedik a terep – egy domb van ezen a részen –, innen felszíni állomások települtek.

A második építési szakaszt az e vonalból kiágazó 10,5 kilométer hosszú és Tsuen Wan végállomáshoz vezető vonal képezi. Ennek az építése folyamatban van és 1982-ben lesz kész.

A munkát nagyon nehezíti, hogy a világ egyik legerősebben népesedett városrészében kell építeni, ahol ráadásul a geológiai viszonyok – összehasonlítva más metróvonalak helyzetével – igen bonyolultak és kedvezőtlenek. Az altalaj igen sokféle kőzetet, nehezen bontható gránitot, mészkövet, egyes helyeken laza homokot tartalmaz.

Hongkong körül igen magas a tengervíz szintje, így több vonalszakaszon csak keszonban, túlnyomás védelmében lehetett az alagútépítést végezni. A változatos geológiai viszonyok miatt, valamint amiatt, hogy az építők sok országból jöttek



össze, igen sokféle építési módot alkalmaztak.

Az építési technológiákat négy fő feladatcsoportra alakították ki:

– három felszíni állomás építése a vonal Kowloon Bay felé eső végén;

– egy 1400 méter hosszú vonalszakasz építése a tengervíz alatt, beúsztatott és süllyesztett szerkezetek építésével;

– mélyállomások és mélyvezetésű vonalalagutak építése;

– felszíni építkezések.

A várható rendkívüli nagy utasszámra való tekintettel, a rendszer minden állomása igen nagy méretű; hosszúságuk 193–219 méterig változik. A peronok hossza az egész rendszerben 182 méter, ami 8 kocsis vonatok közlekedését teszi lehetővé.

Jellemző alagút keresztmetszetek
a) nyitott építésű ikeralagút
b) zárt eljárással épített alagút vasbeton blokkokból és monolit betonból
c) a tengerbe beúsztatott és lesüllyesztett vasbeton alagút keresztmetszete

A felszíni szerkezeteket, a vonal keleti végén fekvő vonalszakaszt három állomással hongkongi vállalkozó cégek építették, a terveket pedig egy hongkongi tervező iroda készítette, konzultánsok bevonásával. Itt a vonal hídszerkezeteken vezet, amelyek előre gyártott betonelemekből készültek, körülbelül 10 méterrel a terepszint felett.

A tengert keresztező alagútszakaszt egy japán cég készítette, hasonlóan ahhoz a szerkezethez, amelyet a hongkongi kikötő alatt húzódó közúti alagútnál alkalmaztak 1972-ben. Az újdonság az volt, hogy itt az alagútelemek teljes mértékben vasbetonból készültek, acélhéj nélkül. Egy 1,4 kilométeres árkot kotortak a tengerfenékbe, ebbe fektették a feszített szerkezetű 14 iker keretalagút elemet, amelyek egyenként 100 méter hosszúak és 7500 tonna tömegűek voltak. Ezeket az elemeket a tervezett helyre beúsztatták és speciális darukkal és csörlőkkel felszerelt uszály segítségével lesüllyesztették a kikotort mederfenékben kialakított ágyazatba.

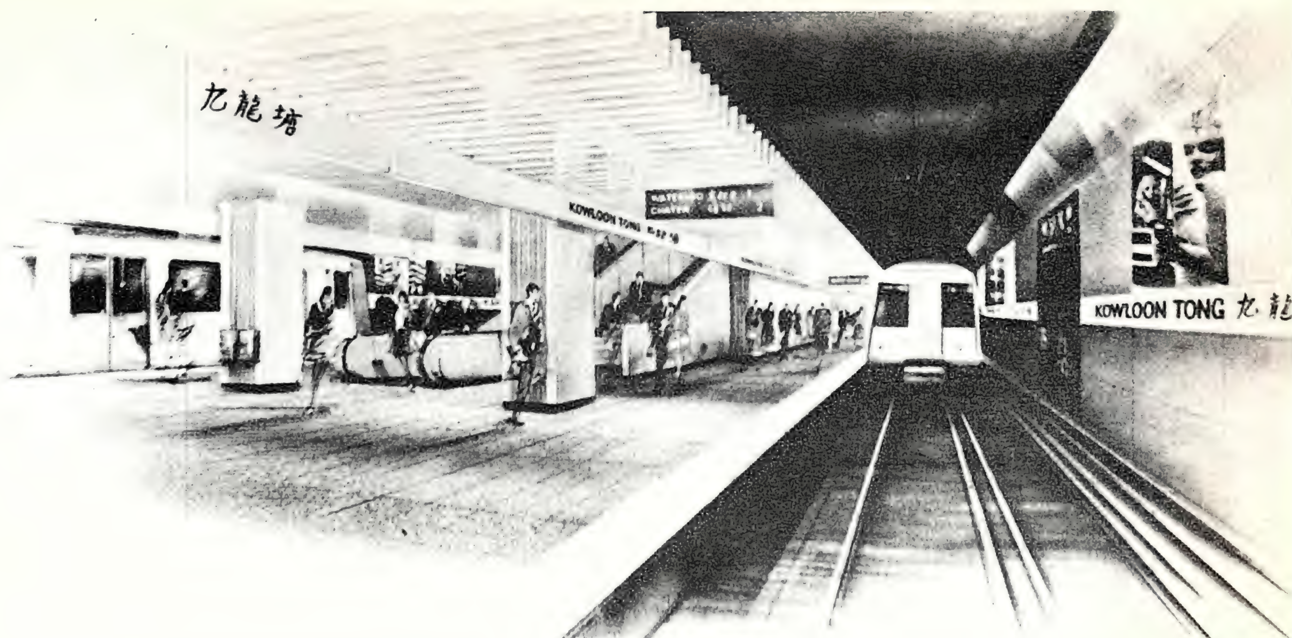
A 12 földalatti állomás a világ legnagyobb metróállomásai közé tartozik. A Charter állomás, mint fordító állomás a leghosszabb a vonalon, 350 ezer utas/nap forgalomra épült, s hossza 380 méter. Két állomás kivételével mindegyik kétszintes. A felső szint egy elosztócsarnok, amely az utca szintjéről lépcsőkön és mozgólépcsőkön közelíthető meg, az utaselosztó csarnok szintről a peronokra pedig mozgólépcsők vezetnek. Egyes szakaszokon az alagutak elhelyezkedése olyan, hogy a vonalalagutak egymás fölött fekszenek, e helyen az állomások háromszintesek. Az alsó két szinten van a vonalalagutakhoz a csatlakozás.

A mélyállomások szerkezetét általában „felülről”, tehát nyitott módszerrel készítették. Három állomás, az Admirality, a Lok Fu és a Diamond Hill teljes szélességben kibontott nyitott munkagödörben épült. A többiek – beleértve a Tsim Sha Tsui, a Jordan, a Waterloo és az Argyle állomásokat – mind úgy épültek meg, hogy először csak az út egyik oldalát foglalták el és a munkagödröt csak fél szélességben emelték ki, megépítették az oldalfalakat, azután egy ideiglenes acél födémmel lefedték a munkagödröt és erre visszaterelték a forgalmat. Ezután lezárták az úttest másik oldalát, ahol szintén megépítették az oldalfalakat. A legtöbb kivitelező általában az állomás szerkezetet építette meg először és azután kezdte el a vonalalagutak építését, az alagútépítés kiszolgálásának biztosítása miatt. Az állomási szerkezetépítésnél igen sokféle és változatos technikát alkalmaztak. Ezek magukba foglalták a kézi bányászati módszert, a fúrt cölöpös építési módot, valamint a résfalas építést. A résfalas építést Olaszországban fejlesztették ki. Ennél a módszernél először a szerkezet oldalfalait építik meg úgy, hogy a fal szélességének megfelelő rést mélyítenek le, bontanak ki a fal tervezett mélységéig és ebben a résben építik be a vasbeton falat. A rés lemélyítését réselőgépekkel végzik, amelyek kiszedik a földet a megfelelő szélességben, lépésenként haladva a fal teljes mélységéig. A réselt nyílást bentonitzaggyal töltik ki, ami megakadályozza a rés beomlását. Amikor a réselőgép eléri a megkívánt mélységet, behelyezik a résbe az előre összeszerelt acél vasalást és a rés aljából indulva betonnal töltik ki a rést. A beton alulról felfelé haladva maga fölött kinyomja a bentonitot és így kialakul a szilárd vasbeton falazat. A bentonitzagy kezelés és feljavítás után ismételten felhasználható.

Hét állomás építésénél az oldalfalak megépítése után a földkitermelés úgy történt, hogy a felső födém alsó szintjéig termelték ki a talajt első ütemben, majd beépítették a födémet és ezután termelték ki a további földet az állomás fenekéig. Más esetben felülről az állomás fenéklemezéig emelték ki a földet és alulról felfelé építették meg a szerkezeteket.



Felszíni állomás–Kowloon Bay



Burkolat alatti állomás–Kowloon Tong

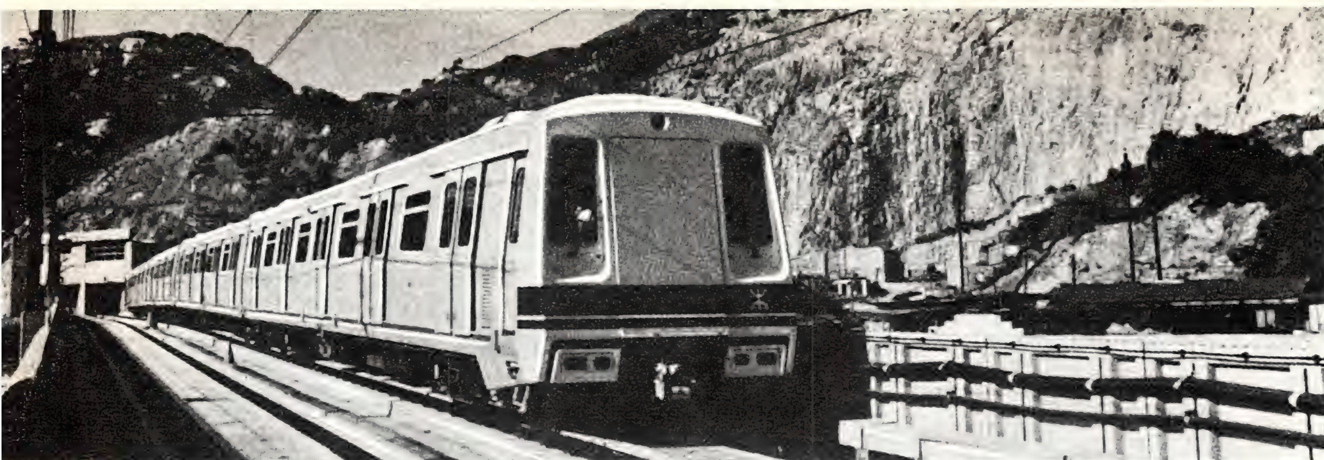
A vonalalagutak építésénél, eltekintve egy 1500 méteres szakasztól, amely réseléssel épült, a teljes mélyvezetésű vonalalagút-szakasz pajzsos alagútfúrási technológiával készült.

A Hongkong szigeten fekvő vonalszakasz nagyrészt egy lecsapolt, feltöltött mocsáron húzódik keresztül, a vonal másik szakasza többnyire omladékony, gránitkőzetben halad. Más szakaszokon többnyire homokos talajban folyt az alagútfúrás. A keszonban alkalmazott legnagyobb túlnyomás 2,1 atmoszféra volt. A kivitelező akkora kompresszor telepet állított fel a túlnyomásos munkatér levegő-ellátására, amely túlszárnyalta az eddigi legnagyobb ilyen telepeket.

A motorkocsik iránt támasztott alapkövetelmény az volt, hogy 3000 utast kell egy 8 kocsis szerelvénynek elszállítania. Itt egy rendkívül zsúfolt elhelyezést, 7 utas/négyzetmétert vettek alapul. Ez a követelmény speciális igényeket támasztott a kocsik szerkezetével szemben. A hongkongi kocsitípus méretei ugyanis minden eddigit felülmúltak. Azzal számolnak, hogy 375 utast tud egy kocsi szállítani. (A szokásos 4 utas/négyzetméter alapulvételével csak 187 álló- és 48 ülőhely, összesen 235 utas elhelyezésével lehet számolni egy kocsiban.)

A kocsik két alapvető kocsitípusból állnak. Az egyik kocsi, amely vezetőfülkét tartalmaz és a másik kocsi, amely áramszedővel ellátott, de vezetőfülke nélküli. A két típus kocsija együtt képez egy önálló egységet és két ilyen egységet egymásnak háttal összekapcsolva egy 4 kocsis szerelvény adódik, amelynek elöl és hátul vezetőfülkéje van.

A 8 kocsis szerelvényeket is úgy képezik, hogy csak a két végén található vezetőfülke. A kocsik hegesztett alumínium konstrukciójúak, extrudált profilokból készült szerkezettel merevítve. Egy kocsi hossza 22,75 méter, illetve a közbenső kocsi 22 méter. Minden kocsi 3,1 méter széles és magassága 3,7 méter a sínkorona szint felett. 5 pár oldalsó, kívül csúszó alumínium ajtó 1,4 méter szélességgel biztosítja az utasok rendkívül gyors cseréjét, ezen kívül a szerelvény hosszában is átjárható.



Felszíni vonalszakasz

Ezt 1,5 méter széles ajtók biztosítják az egyes kocsik között. Minden egyes kocsiban van légkondicionáló berendezés, amely két, 40 kilowatt teljesítményű egységből áll és a mennyezetre helyezték. A kocsiszekrényeket acélszerkezetű forgóvázak hordozzák, amelyeken nagy átmérőjű légrugók biztosítják az állandó padlómagasságot, a terheléstől függetlenül.

A vontatási áramellátó berendezés feszültségszintje 1500 volt. Egy ikerkocsin 8 hajtómotor van elhelyezve, amelyek soros és párhuzamos kapcsolásúak. A fékberendezés ellenállásos villamosfék, kiegészítve egy Westcode típusú analóg elektropneumatikus fékrendszerrel. Az áramszedő Siemens típusú pantográf, amelyet minden második kocsi tetején helyeztek el. A kocsik gyorsítási és lassítási értéke konstans, független a terheléstől.

Az automatikus vonatvezetés Westinghouse rendszerű. A rendszer magában foglalja a térközbiztosító berendezést, az automatikus sebességellenőrzési és az automatikus vonatvezetési rendszert is.

Az automatikus vonatvezető berendezés akkor lép üzembe, ha a vonatvezető megnyomja az indításkor a start gombot. Ha a szerelvénynek lassítani kell – mert állandó, vagy időszakos sebességkorlátozás ezt megköveteli – a motorokat a berendezés lekapcsolja és a fékeket üzembe helyezi. Az állomás megközelítésekor egy adópontnál a motorok lekapcsolódnak és a kifuttatás után megfelelő időben egy újabb adópontnál üzembe lép a fékberendezés, amely biztosítja, hogy a vonat a célfékezésnek megfelelő pontossággal álljon be a következő peron mellé. A vonatok sebességét sínáramkörökkel kontrollálják, amelyek hossza 150 méter és minden sínáramkör a kimeneti részén egy kétkódos kombinációval fedezett. A kódok adnak információt a megengedett belépő sebességről a következő szakaszra. Az alacsonyabb kód általában fékezési parancsra, a magasabb értékű kód gyorsításra ad lehetőséget. A vonat vezetője választja meg az üzemmódot: hogy kézzel, automatikus sebességellenőrzés mellett, vagy automatikus üzemmódban vezet-e? Mindkét esetben a vezetőnek állandó információja van az egyes szakaszokon megengedett sebességről. A szakaszolást úgy lapolták át, hogy elegendő ideje maradjon a vezetőnek – az emberi reakcióidőt is figyelembe véve – a megfelelő sebességcsökkentésre vagy sebességnövelésre, ahogy azt a következő szakaszra megengedett sebességértékek mutatják. A depók és üzemi vágányok körzetében, valamint vész vagy üzemzavar esetén 15 kilométer a megengedett

maximális sebesség, amelynek külön kód felel meg. Ilyenkor mindig kézi vezetéssel közlekednek a szerelvények.

Ha ez a helyzet kialakul, akkor egy sárga fény villog a szerelvény első kocsijának homlokfalán, figyelmeztetve a vezetőt és az állomási személyzetet arra, hogy a vonat olyan szakaszon halad, amely nincs védve a térközbiztosító ATP berendezés által.

A vasútbiztosító jelzőberendezés biztosítja az automatikus vágányút-állítást és a rendeltetési hely szerinti optimális vágányút beállítást, az egyes állomásokon elhelyezett, előre programozott mikroprocesszorok vezérlésének megfelelően. A későbbi kiépítendő teljes rendszer egy központi irányítóhelyről távvezérelt lesz.

Direkt rádió-telefonkapcsolat van koaxiális sugárzó kábelen keresztül a központi vezérlő terem és a vonatvezető fülke között, direkt összeköttetés a központi vezérlő terem és az állomási ügyelet között, valamint az állomási ügyelet és a peronügyelet között. Ezenkívül állomástól állomásig vezető alagúti telefonkapcsolat, valamint karbantartási telefonok állnak rendelkezésre az áramellátási és a segédüzemi berendezéseket kezelő személyzet számára és telefonok az utazó közönség számára. Zártláncú ipari tv-rendszer van az állomásokon az állomási forgalmi ügyeletes informálására, a peronok megfigyelésére, valamint a ki- és beszállás figyelésére. Egy külön sugárzókábeles rádió-rendszert készítettek a rendőrség és az állomás, valamint az alagútszakasz állandó kapcsolatának biztosítására.

Az áramellátó berendezések hagyományosak, azonban különleges ezeknek a megtáplálása, ugyanis két egymástól teljesen független áramforrásból – amelyeket másmás társaság üzemeltet – biztosítják a maximális áramellátási biztonságot a metró számára.

Mind a két társaság két-két, tehát duplikált tápkábellel csatlakozik az alállomásokhoz. A tápfeszültség 132 kilovolt. Ezt a feszültséget transzformálják 33 kilovoltra és osztják el a rendszeren, az egyes vontatási alállomások számára. A vontatási alállomások 33/11 kilovoltos transzformátorokkal 11 kilovoltos feszültségszinten osztják szét egymás közt lánckábelen az energiát. Az alállomásokon transzformálják le a 11 kilovoltos feszültséget a megfelelő vontatási, illetve segédüzemi feszültségszintre. A rendszert úgy építették, hogy rendes körülmények között a terhelések minden állomás között egyenletesen legyenek megosztva és az egyes állomások terhelése egyformán terhelje a két áramszolgáltató társaság tápkábeleit. A vontatási áramellátás hasonlóan elosztott. A rendszer áramkimaradás esetén is működésben tartható, amennyiben csak az egyik áramszolgáltató vállalat energiaszolgáltatása esik ki. Ezen a biztonságon felül a vonal stratégiailag fontos pontjain, valamint az állomásokon kiegészítő áramfejlesztő berendezéseket létesítettek. A szerelvényeket is felszerelték akkumulátorokkal, amelyek a vészvilágítást, a hírközlést biztosítják, valamint a megfelelő ventillációt a szerelvényekben és az alagutakban akkor is, ha mind a két, független áramszolgáltató hálózatban egyszerre támad zavar.

Az utasáramlás lebonyolítására mozgólépcsőket is telepítettek az utaselosztó csarnok és a peronok közé. A liftek kiegészítő szerepet játszanak a mozgólépcsők mellett részben az állomáson szükséges tevékenységek lebonyolítására, részben utasszállításra.

A jegyváltó automaták az amerikai gyakorlatnak megfelelően érmebedobós automaták, és egyszeri utazásra szóló jegyeket szolgáltatnak. A biztonságot tartalék készülékek növelik.

A jegyek egyszerű, vékony műanyagból készülnek és megfelelő kódszámokkal vannak ellátva, amelyeket a jegyellenőrző gépek olvasnak le. A bejáratoknál peronzárak vannak elhelyezve, amelyek az utast csak akkor engedik át, ha megfelelően kódolt

jegyet kezelnek. Ugyancsak peronzárak vannak a kijáratoknál, amelyek ellenőrzik a jegyeket, begyűjtik, szortírozzák, így ugyanaz a jegy többször felhasználható.

A jegyeknél a törekvés az, hogy egy jeggyel mintegy 200 utazást bonyolítsanak le a megfelelő kód-érvényesítés által.

A hongkongi nyarak hosszúak, forrók és rendkívül nedvesek, nem ritka a 40 °C meleg és 95%-os relatív páratartalom. Ezért szükséges a metró-rendszerben a levegő hűtése és nedvességének csökkentése, hogy a klíma elviselhető legyen. Minden állomáson épültek szellőzőaknák, azonban ezeket a nyári időszakban, a vész-eseteket kivéve, zárva tartják. Csak télen használják, a friss levegő, illetve az elhasznált levegő szállítására. A légkondicionáló berendezés géptermei az állomások két végén helyezkednek el, és ezekben a termekben találhatók a hűtőberendezések, amelyek más-más hűtőkapacitással rendelkeznek állomásonként. A Hongkong szigetén lévő állomásokon ezeket a hűtőberendezéseket a kikötőbe telepített hűtővíz-visszanyerő berendezésekkel látták el, a North Kowloon részen lévő állomásokon pedig a hűtővizet saját kutakból veszi a rendszer. Rendes körülmények között az alagutak szellőzését a vonatok dugattyúhatása biztosítja, megfelelő mennyiségű levegőt áramoltatva az alagútszakaszokon. Az egész klímaberendezés üzemét egy számítógép irányítja, amelyre a központi vezérlőteremből felügyelnek. Ezenkívül minden egyes légkondicionáló légterem külön-külön működtethető távvezérlővel, vagy helyi irányítással az egyes állomásokról.

Az utasok biztonsága érdekében a hongkongi hatóságok szigorúan szabályozták a metró működését. Az alagútban elakadt szerelvényből az utasok menekítése az első kocsin lévő vezetőfülkének a lehajtható ajtajából kialakuló rámpa segítségével történik. Ez lehetővé teszi az utasok igen gyors lejutását a sínkorona szintjére. Ugyanezt az ajtót oldalt is el lehet tolni, ami megengedi az utasoknak az átszállítását az egyik szerelvényből egy másik szerelvénybe is. A kikötőnél a tenger alatt húzódó alagútszakaszon az utasok ilyen rendkívüli esetben az ikeralagútban az ellenkező irányba haladó szerelvényre is átszállhatnak. Az egész alagútrendszert ellátták árvízvédelmi berendezésekkel. Minden állomási bejáratot az utcaszint fölé emeltek, ezenkívül hordozható árvízvédelmi gátelemekkel láttak el. Árvízvédelmi kapuzsilipek gátolják meg a víz bejutását az alagútba. Minden állomás és minden vonali mélyponton nagy teljesítményű kettőzött szivattyútelepeket helyeztek el a víz eltávolítására. Minden állomást ellátták megfelelő tűzvédelmi berendezéssel, emellett az egész vonalon az alagutakban tűzi-vízvezeték is húzódik.

A minimális vonatkövetési idő csúcsórában 2 perc. Tekintettel arra, hogy nagy forgalom várható csúcsidőn kívül is, a maximális követési időt 3 percben határozták meg.

A fenntartás és karbantartás céljából a Kowloon Bay állomás mellett építettek járműtelepet.

A második vonal elkészítése után a hálózat bővítését jelentő harmadik vonal építését egyelőre a kormány nem fogadta el. Helyette a szigeti villamoshálózatot szeretné premetró jellegű gyors villamos hálózattal felváltani, melynek kapacitása 20 ezer utas/óra irányonként. Ezt a vonalat a 90-es években fejlesztenék metróvá, 40 ezer utas/óra irányonkénti kapacitással.

Az 1980. évben üzemelő hálózaton a napi utasszám 550–600 ezer volt.

A 90-es évekre tervezett 38,6 kilométeres metróhálózaton 1,4 millió napi utazással számolnak.

Jereván

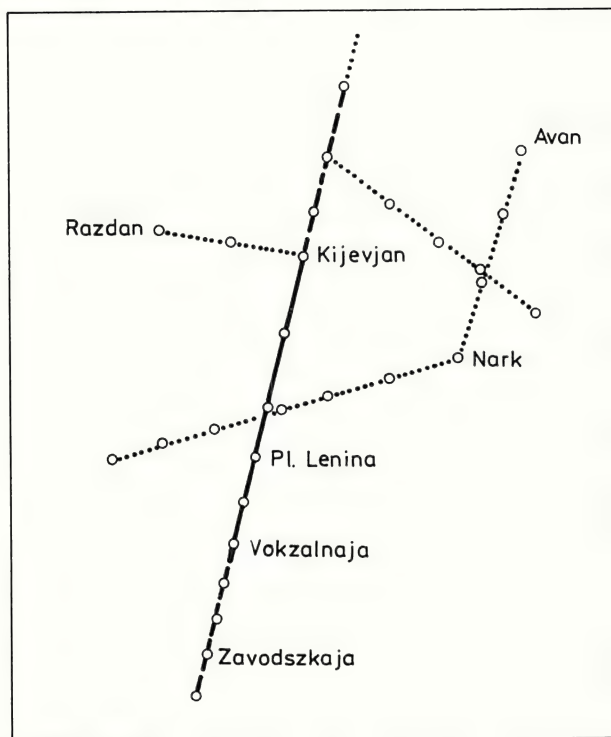
Az örmény főváros közel 1000 méterre van a tengerszint felett, lakosainak száma több mint egymillió.

A metró első szakaszát 1980 végén adták át. Az észak–déli irányú első vonal teljes hossza 11,5 kilométer lesz, 9 állomással, ebből 7,6 kilométer készült el, 6 állomással. A déli végállomás a vasúti pályaudvarnál van, és a felszínen épült. A többi mélyállomás oszlopos vagy pilonos kialakítású.

A vonalon 4 kocsis szerelvények közlekednek, a csúcsidőben 150 másodperces követési idővel.

A napi utasszám eléri az 500 ezret.

A vonal meghosszabbítását építik déli irányban, 3,9 kilométer hosszban, 3 állomással. A távlati terv 8,5 kilométer hosszú vonalmeghosszabbítást tartalmaz, 5 állomással.



Jereván metróhálózata

Kijev

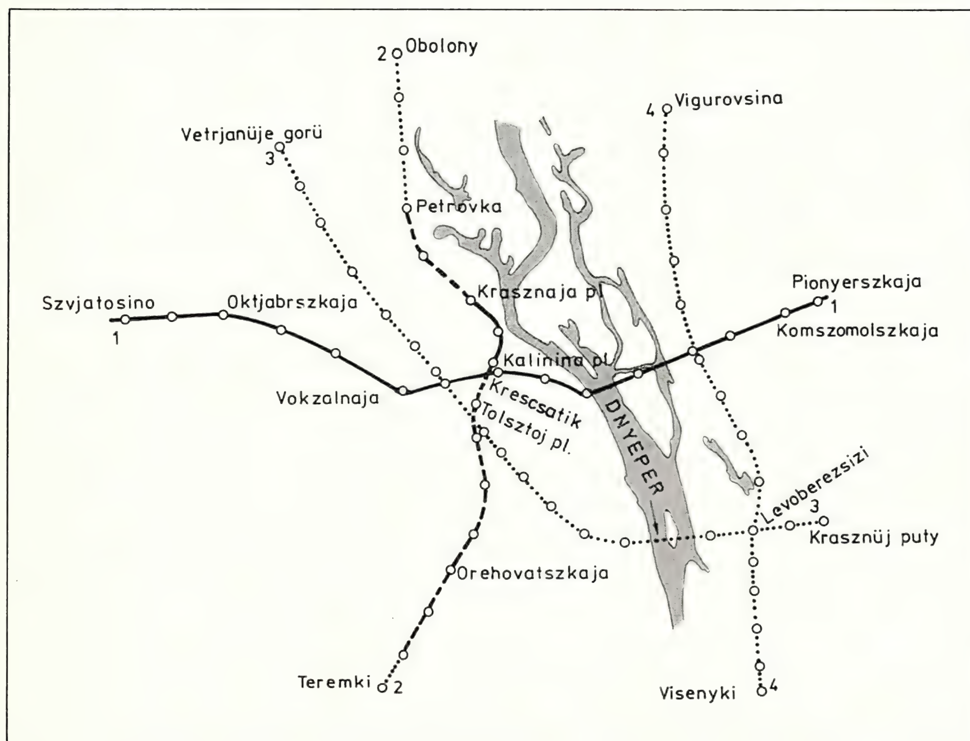
Az ukrán főváros a Szovjetunió harmadik legnagyobb városa, a Dnyeper folyó két partján fekszik. A város közel 1100 éves és 1892-ben Oroszország városai között elsőként itt járt villamosvasút.

A folyó jobb partján fekszik a régi történelmi város a bal parton az ipari üzemek (Darnyica ipartelep) vannak.

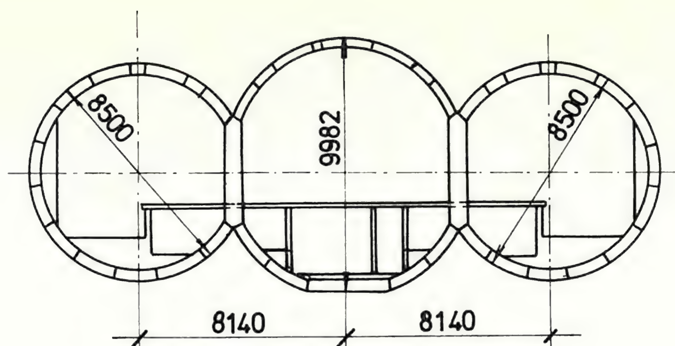
A metró első vonala, amely kelet–nyugati irányú, a két városrész közötti forgalom javítását célozta. A vonalszakaszt 5,2 kilométer hosszban 5 állomással 1960-ban helyezték üzembe a Vokzálnaja (Pályaudvar) és a Dnyeper állomások között.

A vonal először keleti irányba, az ipartelepek felé épült tovább. A folyót hídon át keresztezve két újabb állomást adtak át 1963-ban, végül 1965-ben érte el a vonal a Darnyicát. Ezután további két állomással meghosszabbítva jutott jelenlegi végállomásához (Pionyerszkaja). A Dnyeper bal partján végig felszíni vezetésű (7,5 kilométer).

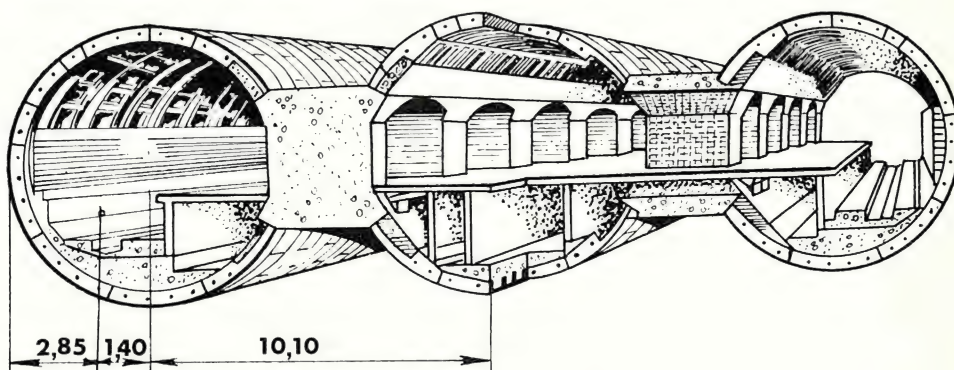
Közben a vonalat két ütemben nyugati irányba is bővítették, így teljes hossza elérte a jelenlegi 19,5 kilométert.



Kijev metróhálózata



Oszlopos állomás előre gyártott elemekből



Előre gyártott vasbeton elemekkel épített pilonos állomás

A 70-es évek második felében megépítettek egy rövid szakaszt a második, észak–déli irányú vonalból. Ez a működő kelet–nyugati vonal központi fekvésű Kalinyin állomásától északra három állomásból állt. A szakaszt mindkét irányban továbbépítették, így lett 8,9 kilométer hosszú a forgalomba beállított új vonal. A két vonal együtt 28,4 kilométer és 21 állomása van.

Az üzemeltetés során néhány speciális tapasztalat adódott. A legforgalmasabb állomásnál (Krescsatik) utólag kellett egy második, mozgólépcsős kijáratot építeni, de ez a kijáratok aszimmetrikus utasterhelése miatt csak némileg enyhítette a zsúfoltságot.

Bebizonyosodott az is, hogy az első vonalon épült 100 méter hosszú peronok (5 kocsis szerelvények) rövidek, a vonal kapacitása hamarosan kimerül. Ezzel is magyarázható, hogy a metróval párhuzamos villamosközlekedést is fenntartják.

Az észak–déli vonal állomásait már 6 kocsis szerelvényekre építették.

Sajátos probléma volt a domborzati viszonyok miatt a 100 méternél mélyebb állomások építése, ahol kétkarú mozgólépcsőket és közbenső utascsarnokot kellett építeni.

A hálózat évi teljesítménye 242 millió utas.

A fejlesztési munkák során jelenleg az észak–déli vonal mindkét irányú meghosszabbítása készül (északra 2 állomás, délre 5 állomás épül).

A tervek tartalmazzák még egy észak–déli irányú harmadik és negyedik átmérős vonal építését, így a hálózat hossza távlatban mintegy 70 kilométeresre alakul.

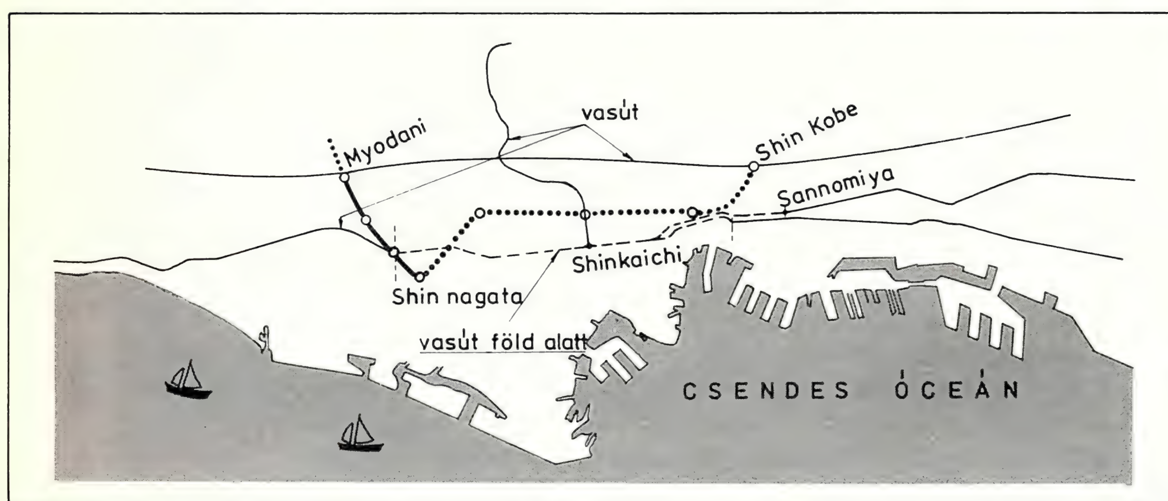
Kobe

A régi fejedelmi székhelyből, Hiogoból alakult ki a város a Csendes-óceán partján. Ma Yokohama mellett Kobe Japán legnagyobb kikötője. Emellett hatalmas hajógyárai, acélipara, textilgyárai vannak. Hegyekkel körülvett keskeny tengerparti sávban fekszik, 1,36 millió lakosa van 541 négyzetkilométernyi területén.

A város és a környék közlekedésének javítására 1968-ban egy 7,2 kilométer hosszú földalatti vasútvonalat helyeztek üzembe, amely összeköt a városon keresztül több vasútvonalat. Ezt a földalatti vonalszakaszt az államvasutak és magánvasutak használják és az itt lebonyolódó sűrű vasútforgalom a városi közlekedést is jól kiszolgálja. Ehhez a kelet–nyugati irányú vonalhoz kapcsolódik még egy rövid, 0,4 kilométeres földalatti vonalszakasz észak–déli irányban, amely hasonló feladatot lát el. Ez utóbbi keskeny nyomtávú.

A metró építését 1972-ben kezdték el és 1977-ben nyílt meg az első vonal 5,8 kilométer hosszban. Ez a vonal új lakótelepeket köt össze a már említett vasútvonal állomásaival. A vonal 2,9 kilométeres szakasza fekszik alagútban, 4 állomása van, ebből kettő helyezkedik el a föld alatt.

További 8 kilométeres vonal építés alatt áll. A terv egy 30 kilométeres hálózat megteremtése.



Kobe metróhálózata

Kyoto

A japán kultúra fellegvára, a régi főváros, ma is a szellemi élet központja. Egyetemein, iskoláin és nagyon sok buddhista templomán kívül jelentős ipara is van. A textilipar, a selyemszövés régi hagyományokra tekinthet vissza. A 610 négyzetkilométer területű városban 1,4 millióan laknak.

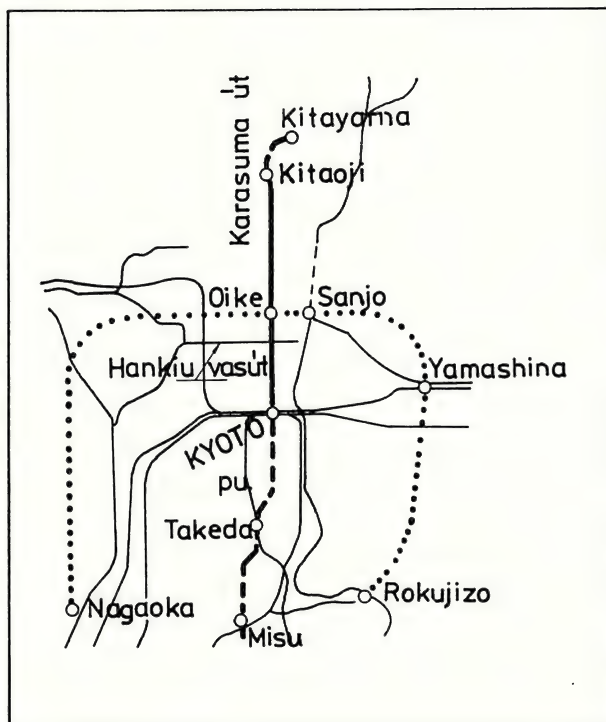
A tömegközlekedést autóbuszok és igen nagy mértékben az elővárosi vasutak bonyolítják le. 1978-ban beszüntették a közúti villamosközlekedést. A várost sok vasútvonal szeli át, ezek jelentős része magántársaságok kezében van. A város belsejébe bevezet egy föld alatti szakasszal a Hankiu vasútvonal, amelynek 3 felszín alatti állomása van a városközpontban.

A metró építését 1974-ben kezdték meg. Egy 11,2 kilométer hosszú vonal épül észak–déli irányban a botanikus kerttől a Kintetsu vasútvonal állomásáig. A vonal a Karasuma út alatt halad végig és keresztezi a Hankiu vasútvonalat és a főpályaudvart is érinti.

Az első 6,9 km-es szakasz megnyitása 1981-ben történt. Tervbe vettek egy félkör alakú vonalat is. A teljes hálózatot 45 kilométer hosszúságúra tervezik.

Az állomások 175 méter hosszúak, így 8 kocsis szerelvények is tudnak közlekedni. A kocsik 20,5 méter hosszúak, 2,79 méter szélesek, 120 utas a befogadó képességük. Szerkezetük alumínium-ötvözet.

Az áramellátás felsővezetékes, 1500 volt feszültségen. Így a japán szokásoknak megfelelően a közös forgalom is megoldható a vasutakkal.

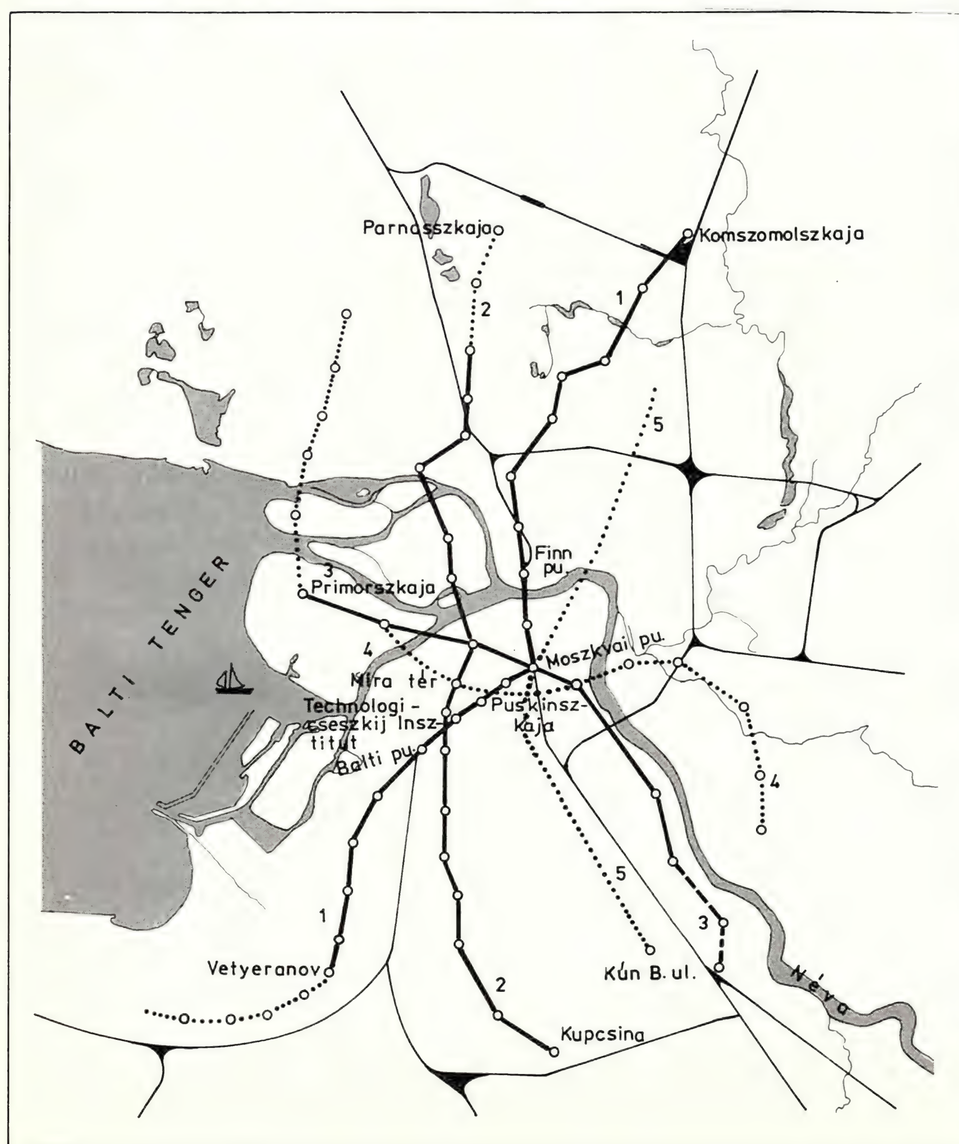


Kyoto metróhálózata

Leningrád

A Szovjetunió második legnagyobb városa a Néva folyó deltájának 110 szigetén a Finn-öböl partján fekszik és a környező 5 kisebb várossal együtt alkot egy közigazgatási egységet. Így lakosainak száma több mint 4 millió.

A város első földalattijának terve, mely a Finn pályaudvart és a Balti pályaudvart kötötte volna össze, 1889-ben látott napvilágot. Az első vonal építése 1941-ben kezdődött. A második világháború miatt azonban az építést megszakították és csak 1946-ban folytatták. A vonal megnyitására 1955. november 15-én kerülhetett sor. A vonalszakasz a Moszkvai pályaudvart kötötte össze a délnyugati területtel, hossza 10,4 kilométer volt, 8 állomással.



Leningrád metróhálózata

Az első üzembehelyezést átlag kétévenként (25 év alatt 14 szakaszban) követte egy-egy újabb metrószakasz átadása és így alakult ki a három vonalból álló 62 kilométeres hálózat, 40 állomással. Az átlagos állomástávolság a moszkvaihoz hasonlóan nagyobb a szokásosnál, 1600 méter.

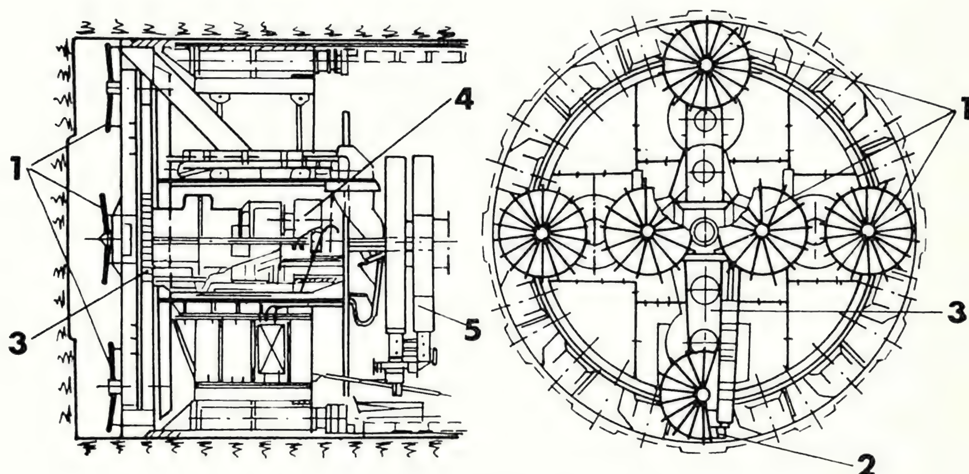
A hálózat összeköti a város 5 vasúti főpályaudvarát és 16 kerületéből 14-et. A vonalak a városközpontban metszik egymást, lehetőséget teremtve a minden irányú átszálló kapcsolatra.

A metróvonalak túlnyomórészt mélyvezetésűek, amit a speciális talajviszonyok is indokolnak. Az alagutakat a 25 méteres mélység alatti agyagrétegbe építik, nemritkán 60 méter mélyen. Ez a kambriumi agyag igen kedvező az építésre, száraz, jól fejthető. Egyes helyeken instabil folyós homok-beágyazódások és a felszín alatti folyós iszap harántolása során az építésnek igen nehéz körülményekkel kellett megküzdeni. Ilyen helyeken fagyasztással szilárdították meg a talajt. Ez —196 °C folyékony nitrogénnek a talajba helyezett csöveken való áramoltatásával történik. (Az egyik ilyen több száz méteres alagútszakasz valósággal úszik a fagyasztás megszűntével felengedett folyós iszapban.)

Az alagutak körszelvényűek, belső átmérőjük 5,1–5,2 méter.

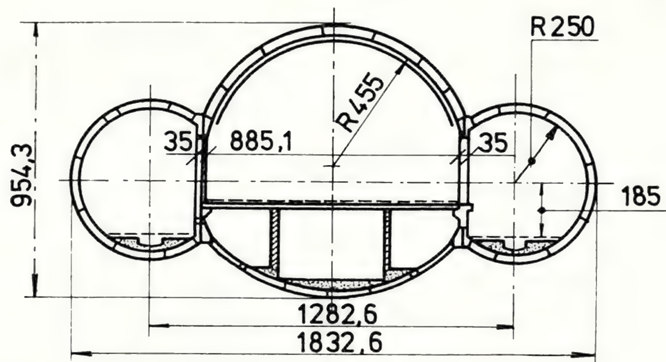
Az állomások hossza az első vonal kivételével 160 méter, középperonos elrendezésűek, a peronszélesség 9–12 méter.

A pajzsos vonalalagút-építésnél már több éve a talajnak feszített csuklós vasbeton blokkokból álló falazatot alkalmazzák.

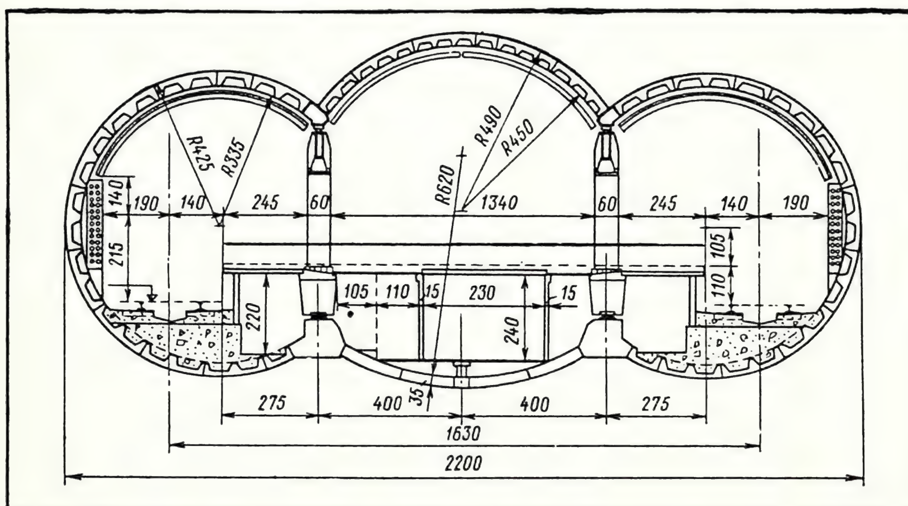


Alagútépítő pajzs (leningrádi típus)
1 — bolygókerekek, 2 — kopirkés, 3 — főfogaskerék, 4 — hajtómotor, 5 — erektor

Itt érték el a napi 20 métert meghaladó rekord sebességet, mechanikus pajzsokkal. Érdekes és a biztonság szempontjából a világon is egyedülálló megoldás a zárt peronos állomástípus, ahol a vonat beérkezése után nyílnak a peront az alagúttól elválasztó ajtók, melyek pontosan ott vannak, ahol a kocsik ajtajai.



Zárt peronú metróállomás keresztmetszete



Egyboltozatos és háromcsarnokos oszlopos mélyállomás előre gyártott vasbeton elemekből

A megoldás általános alkalmazását az óriási forgalom nem teszi lehetővé.

A legújabb megoldású állomásokon az alagutakat és a peront egyetlen, 17,6 méter fesztávú közbenső alátámasztás nélküli boltozat hidalja át.

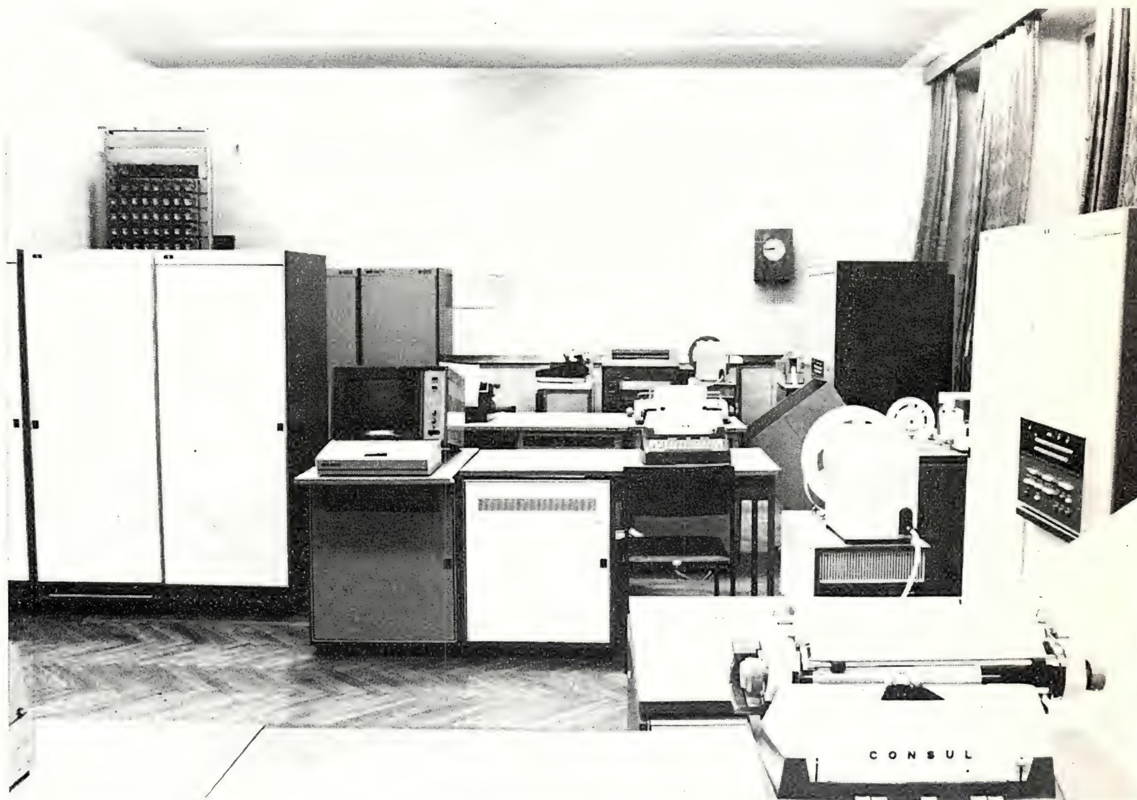
A mélyállomásokat mozgólépcsők kötik össze a felszíni utascsarnokkal. A 127 mozgólépcső összhossza közel 30 kilométer, sebességük 0,92 méter/másodperc, üzemük automatizált.

A vasúti pálya széles (1524 milliméter) nyomtávú, a maximális lejtés 40‰, a minimális ívsugár folyópályán 400 méter.

A pálya betonágyazatos kialakítású. A sínek talpfákra vannak lekötve, amelyek betonba ágyazottak. Az 50 kilogramm/folyóméter tömegű síneket 100 méteres hosszakban összehegesztve szállítják a helyszínre.

A tápfeszültség mint valamennyi szovjet metrónál, itt is 750 voltos egyenáram, alsó tapintású harmadik sínről táplálva, melyet 37 áramátalakító állomás biztosít. A rendszer éves energiafelhasználása 330 millió kilowattóra.

Mindhárom vonalat felszerelték automatikus vonatvezetési rendszerrel. Eltérés van a különböző vonalak berendezései között, mivel megvalósításuk sem azonos időben történt.



Automatikus vonatvezetési rendszer számítóközpontja

A legkorszerűbb a komplex automatikus vonatvezetési rendszer (KSZAUP).

Ennél, a mindenkori forgalmi helyzetet figyelembe véve egy folyamatirányító számítógép végzi a vonatmozgások vezérlését. A vonalra kétféle vezérlőhurkot fektetnek ki: indító és fékező hurok. Az indító hurok addig tart, míg a motorkocsinak „húzni" kell, erről lelépve a szerelvény szabadon gurul. A hurokra kiadott frekvencia: 32 kHz.

A fékező hurok tulajdonképpen egy huroksorozatból áll, melynek kereszteződési pontjai a megállási pont felé sűrűsödnek. A motorkocsi vezérlését úgy alakították ki, hogy a szerelvény a két kereszteződési pont közötti távolságot azonos idő alatt tegye meg. Így, mivel ezek távolsága rohamosan csökken, a motorkocsi lefékeződik, majd megáll.

Fékező hurkokat helyeztek el minden jelző előtt és a peronok körzetében.

A kiadott frekvencia 42 kHz, a célfékezés pontossága ±50 centiméter.

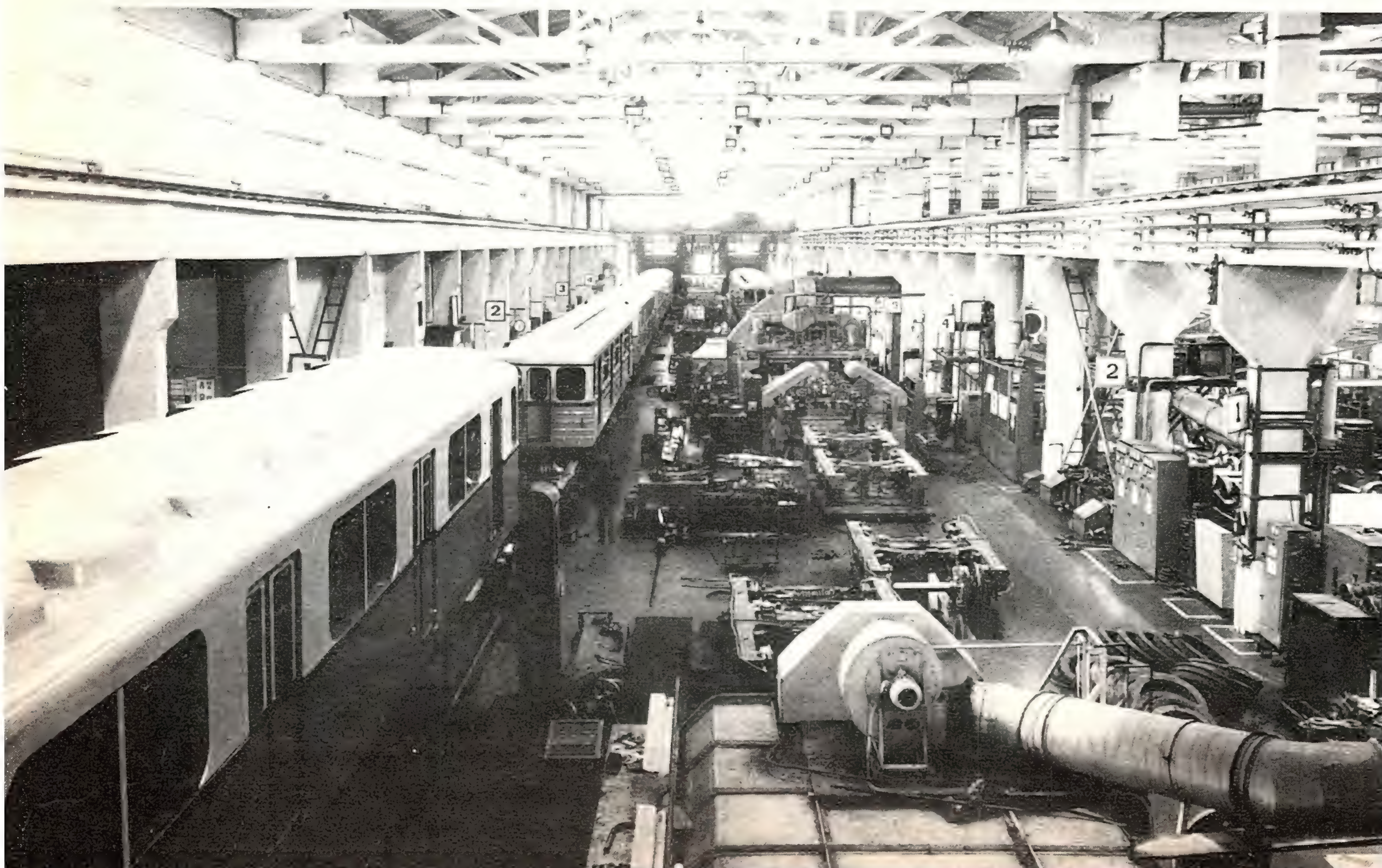
A közbenső állomásokra az indítások helyes idejét a menetrendből számolva adja ki a számítógép annak feltételezésével, hogy a vonatok menetrendszerűen járnak. Két állomás közti utazási időt plusz az állomási tartózkodási időt előre be kell programozni az összes viszonylatra. Menetrendi eltérés esetén a gép automatikusan olyan program szerint vezérel, amely mihamarabb ismét visszatér a menetrendhez.

Ez úgy történik, hogy az indítási hurok után van egy ellenőrző pont, ahol az elektronika összehasonlítja a tényleges és a menetrend szerinti indítási időt. Ha ez 20 másodpercnél kisebb, akkor még a késés behozása programmódosítás nélkül lehetséges. Ha nagyobb, a gép új programra tér át.

Az állomáson az indítást a motorkocsi-vezetőnek akusztikusan is jelzik. Az indulást a vezető egy nyomógombbal visszatarthatja. Ennek felengedése után az ajtók csukódnak, a szerelvény automatikusan elindul.

A berendezések egy része a vezérlő központba, a másik része az állomások reléhelyiségeibe és a vonalra települ. Az összeköttetés az állomások és a központ között fizikai áramkörökön valósul meg.

Metrókocsi-javító főműhely



A mintegy 1000 darabból álló kocsipark javítására 3 járműtelep és egy javítóüzem szolgál. A központi javítóüzem évi kapacitása 400 emeléses javítás, 100–100 középilletve főjavítás. A főműhely építése az 1981. évben fejeződött be.

A metró üzemideje 6 órától éjjel 1 óráig tart.

A metró részaránya a teljes tömegközlekedésben 23%-os, a napi utasszám eléri a 4 milliót.

A vonatok 6–8 kocsiból állnak, naponta 2300 vonat közlekedik, a legnagyobb intenzitás 44 vonatpár/óra, mégis a csúcsnegyedórában előfordul 8 utas/négyzetméter tényleges fajlagos kocsitelítettség.

A metróhálózat fejlesztési tervei szerint 1990-re a kapacitás 30%-kal nő és az évi utasszám eléri az 1 milliárdot, az összes tömegközlekedési utazások 31%-át.

Ennek érdekében meghosszabbítják a második vonalat északi irányba, a harmadik vonalat délkeleti irányba és egy negyedik radiális vonalat építenek a Néva jobb partján, a városközpont irányába. Az 1985 utáni időszakra tervezik az ötödik átmérős vonalat észak–déli irányban. Nagyobb távlatban szerepel egy körirányú vonal létesítése is. A teljes hálózat hossza mintegy 140 kilométer lesz.

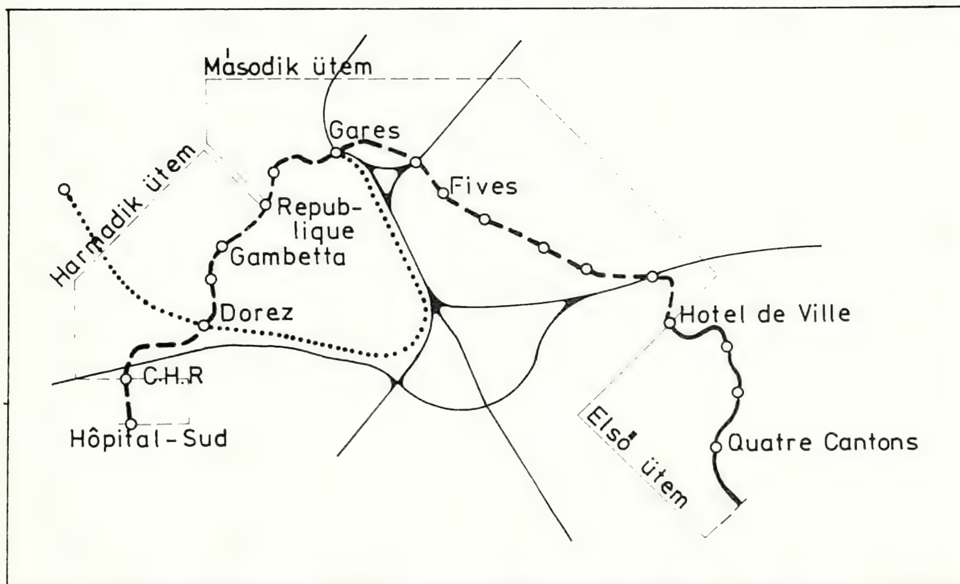
Lille

Franciaország északi részén fekvő Lille (Roubaix, Tourcoing és a velük közös agglomerációt alkotó néhány kisebb község) közel 1 millió lakosú. A város hosszú távú városfejlesztési tervében, mely 2010-ig előrevetíti a gazdasági, kulturális és egyéb növekedés várható méreteit és az ezekhez szükséges létesítményeket, elsőbbséget kellett adni a városi tömegközlekedésnek, mert ennek hiányában a jelenlegi villamos- és autóbuszhálózat elégtelensége oly mértékű gépkocsiforgalmat idézett volna elő, amely már elfogadhatatlan helyzetet teremtene. Nem szólva az új észak–déli autópálya a városi úthálózatot terhelő hatásáról és a föld alatti parkolók költségeiről.

Ezért egy tanulmány már 1970-ben teljes határozottsággal a városi tömegközlekedés fejlesztése mellett foglalt állást és előirányozta egyrészt a meglévő közlekedési eszközök (autóbusz, villamos, elővárosi vasút) további fejlesztését, másrészt egy új tömegközlekedési hálózat, a metró építését.

Az időközben bekövetkezett energiakrízis csak megerősíthette ennek a korábbi döntésnek a megalapozottságát. Előzetesen tanulmányozták a létesítendő vonalak megépítési sorrendjét. Úgy találták, hogy elsőbbséget kell adni annak a vonalnak, amely Lille belvárosát az épülőben lévő új városrésszel köti majd össze (a várostól néhány kilométerre keleti irányban) és a közbeeső külvárost is kiszolgálja.

Alapvető tétel volt, hogy olyan metrót kell építeni, mely a lehető legrövidebb utazási időt garantálja a személygépkocsihoz viszonyítva, vagyis csúcsidőben is kitűnő átlagsebességet biztosít, de jó járatsűrűséget garantál a gyengébb forgalmú napszakokban is.



Lille metróhálózata

A tanulmányok igazolták, hogy a megállások-indulások időigényével is számoló utazási sebességnek 30 kilométer/óra fölött kell lennie, ezért a különválasztott, keresztezésmentes, saját pályás megoldás felé, tehát a metróhoz kellett orientálódni. Óránként és irányonként 1985-re 6000 utast, távlatban 15 ezer utast prognosztizáltak (csúcsidőben). A sűrű járatok iránti igény – mint a gépkocsival szembeni versenyképesség egyik fontos eleme – szintén elengedhetetlennek mutatkozott.

Az idevonatkozó tanulmányok számítógép segítségével vizsgálták az összes szóba jöhető paramétereket és lehetővé tették az építés gazdaságilag is legjobb megoldását. Eszerint:

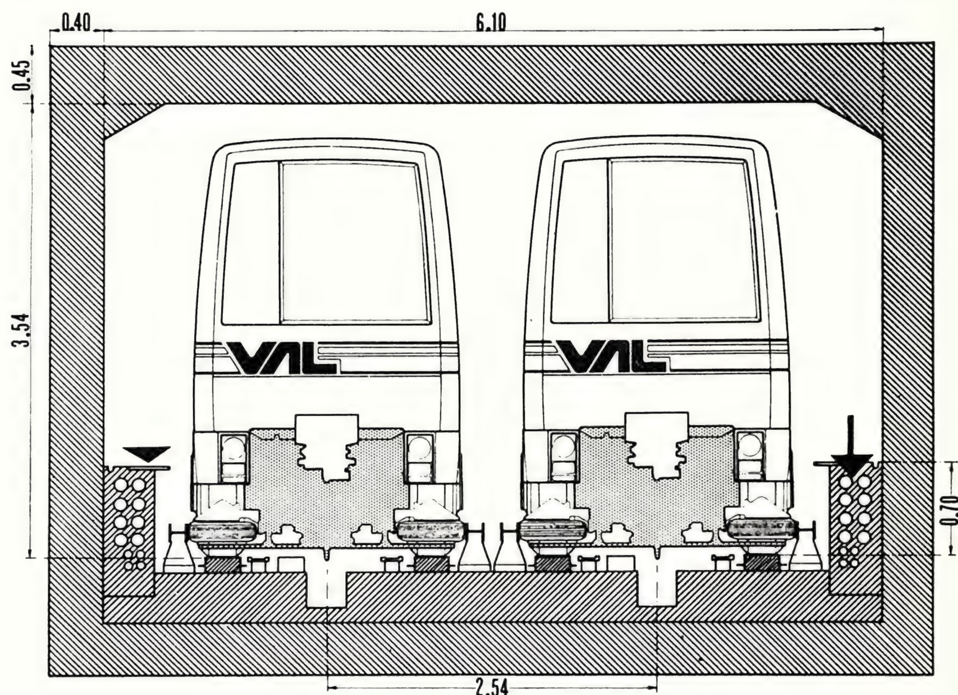
Keresztezésmentes, különválasztott pálya, csökkentett utasterű szerelvények, csúcsidőben 1 perces indítási sűrűség, teljesen automatizált üzem: ezek a tulajdonságok jelentik a legkedvezőbb változatot.

Egy ipari konzorcium – melynek vezetője a MARTA cég – kapta a megbízást 1971-ben a rendszer kifejlesztésére, melynek a neve VAL lett (Véhicule Automatique Léger). Két prototípus járművet konstruáltak először, ezek mindegyike 30–30 ezer kilométert futott egy próbapályán 1973–74-ben.

Mivel ezek a próbák sikeresek voltak, a városi tanács 1974-ben elhatározta, hogy a VAL rendszert építi ki.

A rendszert a csökkentett kocsiméretek is jellemzik. A kocsi szélessége 2,06 méter, magassága 3,25 méter. (A szélesség a lyoni metrónál 2,90 méter, a marseille-i metrónál 2,60 méter, a párizsi metrónál 2,45 méter).

A lille-i metró legkisebb szerelvénye két kocsiból áll, ezeket csak műhelyben lehet egymáshoz kapcsolni. Egy ilyen két kocsiból álló szerelvény 26 méter hosszú, tömege 28,5 tonna, utasszállító kapacitása 160 személy normális terhelésnél (4 álló utas négyzetméterenként) és 208 ember kivételes terhelésnél.



Burkolat alatti alagút keresztmetszete

A járművek féltengelyekre szerelt gumikerekeken futnak. A féltengelyes megoldás tetemes súlymegtakarítást eredményez, a metróknál általános forgózsámolyokhoz viszonyítva. A gumikerekek előnye az acélkerekekhez képest, hogy zajtalan, nem idéz elő vibrációt és nagyobb a tapadása (nagyobb gyorsítás, meredekebb emelkedések leküzdése).

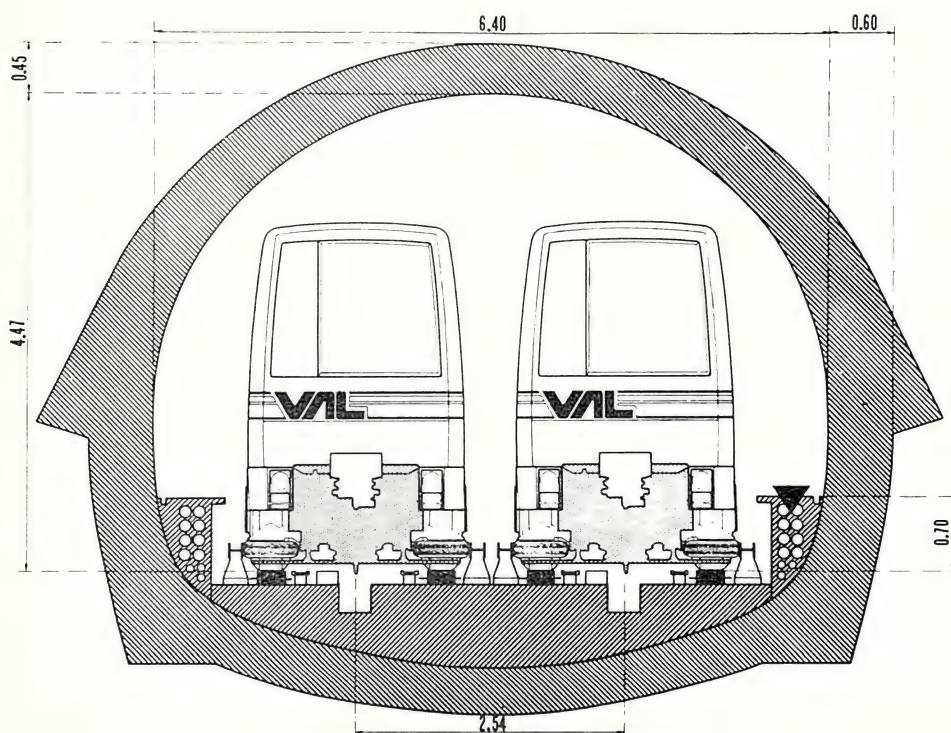
Egyperces indítási sűrűséggel a szerelvények óránként 7500 utast tudnak elszállítani egy-egy irányban, csúcsforgalmi időben. Két ilyen szerelvény összekapcsolásával pedig – 52 méter hosszú szerelvényt képezve – 15 ezer utast óránként és irányonként. Az átlagos sebesség 35 kilométer/órára, míg a maximális sebesség 80 kilométer/órára van tervezve.

A lille-i 1. sz. metróvonalon 38 szerelvény (76 kocsi) fog járni.

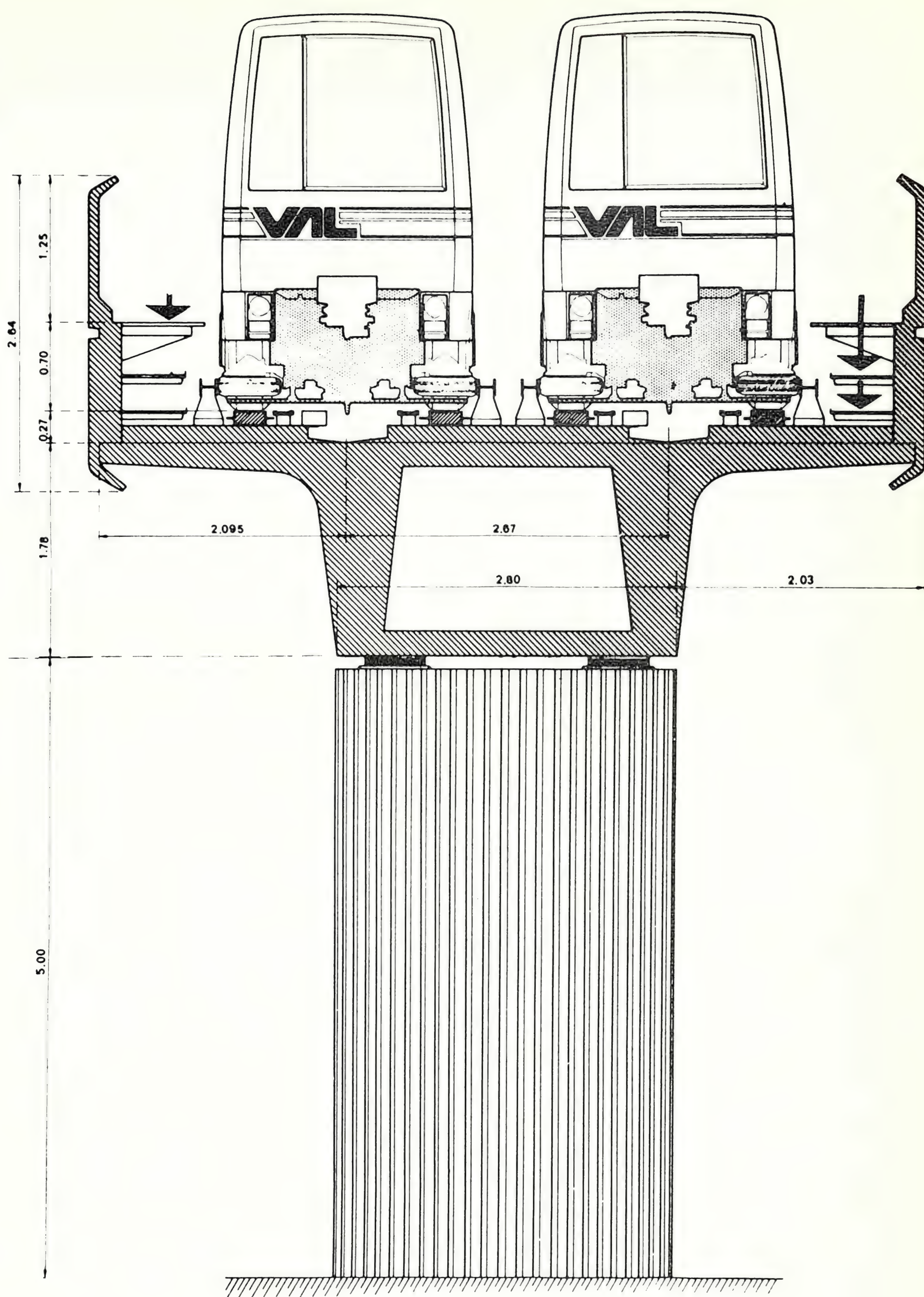
A szerelvények vezetése itt először a világon teljeskörűen automatizált: vagyis vezető nélküli. Több metró a kocsivezetés legtöbb funkcióját már jó ideje automatizálta, de a lille-i metrónál a szerelvények állomásokról való indítása is automatikus. Ezt a műveletet a többi megoldásnál a kocsivezető végzi.

A VAL rendszernél a peron zárt, a peronon ajtók vannak elhelyezve és nem nyílnak ki, csak akkor, ha a szerelvény már megállt mögöttük. Ez a horizontális liftnek is nevezhető szisztéma lehetetlenné teszi, hogy az utasok valamelyike a pályára essen a peronról. A szerelvény nem hagyhatja el az állomást, nem indulhat, csak ha valamennyi ajtó (a peronon és a járműveken is) zárt. Ez a megoldás garantálja az indulás biztonságát.

Az automatikus vezérlés fő tevékenységei tehát az alábbiak: a szerelvény vezetése a vonalszakaszokra beprogramozott sebességgel, az utolérés elleni biztonság és a forgalomszabályozás.



Bányászati eljárással épített boltozatos alagút keresztmetszete



Magasvezetésű pályaszakasz keresztmetszete

A pályán kettős jel-transzmissziós rendszer van, az egyik a rendes, előírt programnak felel meg, a másik a fix szakaszhatáron történő megállásé. Az utolérés a pálya térközökre való bontásával kizárt. Minden térköz be- és kimenő pontjainál ultrahangos észlelőket helyeztek el, ezek folyamatosan feldolgozott információit a vonaton lévő berendezés parancs formájában megkapja.

A sebességellenőrzést a járművekre szerelt logikai egység végzi, mely sorra ellenőrzi a pálya adott szakaszának megtételéhez szükséges időt, és a sebességet folyamatosan korrigálja úgy, hogy ez az idő mindig nagyobb legyen az adott szakaszra előírt időnél.

A forgalom egyenletességének szabályozását szintén a szerelvényeken lévő berendezés teszi lehetővé oly módon, hogy valamennyi szerelvény, mely a forgalomban részt vesz, folyamatosan összehasonlítja helyzetét a menetrendhez képest és korrigálja az eltéréseket, a sebesség csökkentésével vagy növelésével.

A távmérési és távvezérlési eszközrendszer egy központban összpontosul, ahol a forgalomban lévő szerelvények helyzete és állapota minden időpillanatban ismert. Ipari televízió útján figyelemmel lehet kísérni azt is, hogy mi történik a peronokon, a jegypénztárakban, a csarnokokban és a mozgólépcsőkön, valamennyi állomáson. Az utasok telefon útján hívhatják a központot az állomásokról és a járművekről is.

1978-ban kezdték el az építést. Az 1. vonal hossza 12,6 kilométer, viadukton, fedett bevágásban és alagútban halad. A kocsiszínnél kezdődik, a Quatra Cantons-nak nevezett területen, Villeneuve-D'Ascqtól délre, ahol az új város települt. A kocsiszínt 12 hektáron építették fel, hogy lehetőség legyen későbbi bővítésére és kapacitásának esetleges megkétszerezésére. A műhely 10 ezer négyzetméter.



Zárt peronú felszíni állomás

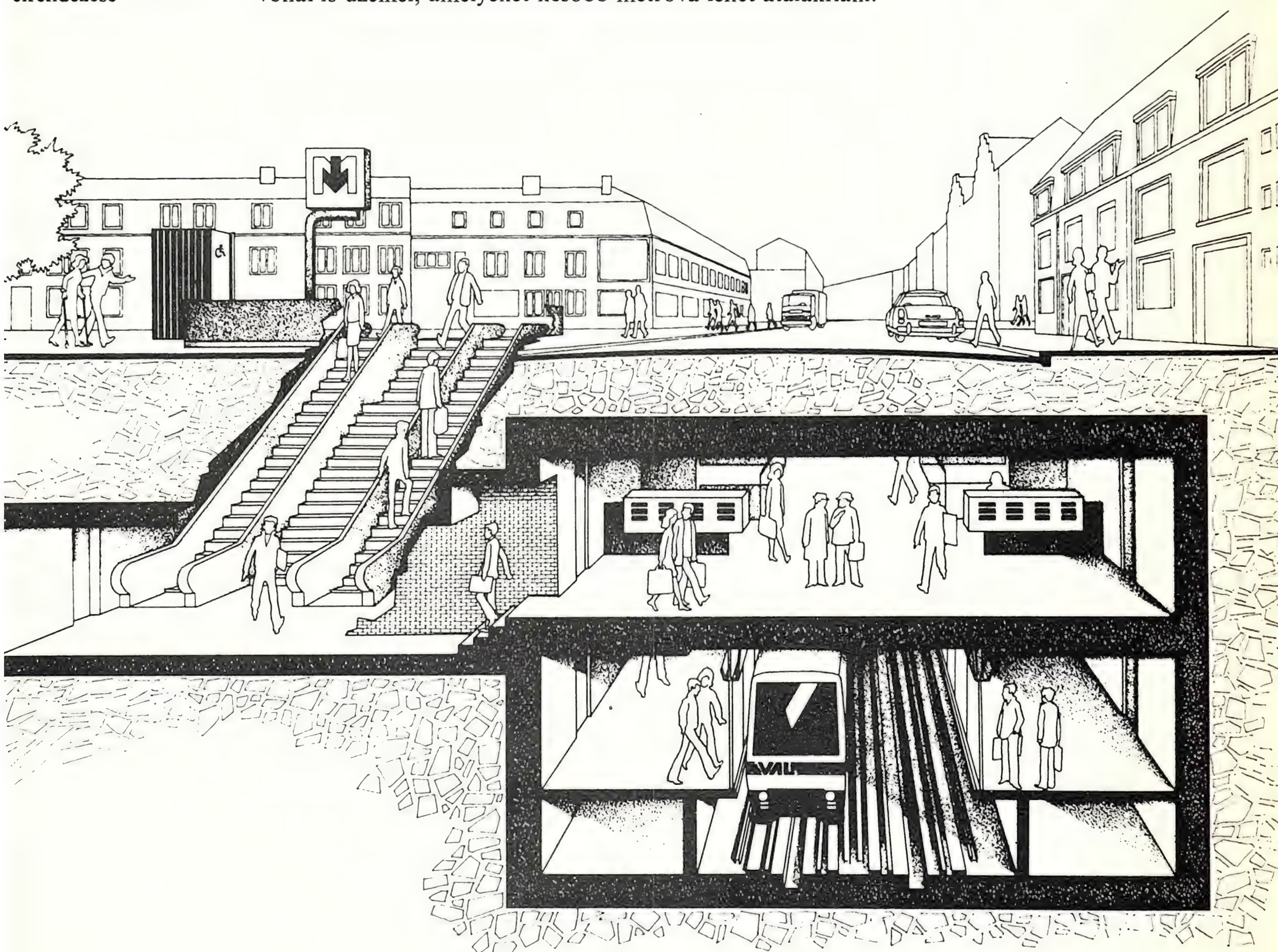
A vonalon 17 állomás van, egyenként 52 méteres peronhosszal, melyből az első ütemben csak 26 méter épül ki, de nehézség nélkül lehet meghosszabbítani, hogy a négykocsis szerelvényeket is fogadni tudja. Az állomásokon minden négy méternél nagyobb szintkülönbséget felfelé és minden hat méternél nagyobb szintkülönbséget lefelé mozgólépcső hidal át. Ezen túl a város állami szubvenciót kapott felvonók létesítésére, hogy a mozgássérültek, a gyermekkocsival közlekedők is használhassák a metrót.

A vonal körülbelül 2 kilométeren át viadukton fut, 5 kilométeren mélyvezetésű, 4 kilométeren pedig kéreg alatti és 2 kilométer hosszon nyitott bevágásban halad.

A pálya két betonsávból és oldalsó vezető sínekből áll, ez utóbbiak adják az áramellátást és az áramvisszavezetést is. A párizsi gumikerekes rendszernél meghagyják az acélsíneket is. Itt ezt elhagyták. A váltóknál a pálya közepén egy vezetősínt helyeztek el és ez teszi lehetővé a kitérőn való áthaladást a kocsin lévő vezetőkerekek segítségével.

A metró megnyitását 1983-ban tervezik, a próbaüzem már 1980 végén megindult, 1981-ben utasokat is szállítottak a próbaszakaszon. A városban két gyorsvillamos vonal is üzemel, amelyeket később metróvá lehet átalakítani.

Burkolat alatti állomás és felszíni kapcsolat elrendezése



Lisszabon

Portugália fővárosa az Atlanti-óceán mellett a Tejo folyó tölcsértorkolatánál az öböl északi partján épült ki. Közigazgatási területe mindössze 84 négyzetkilométer és lakosainak száma is a millió alatt van, de a nagy laksűrűségű központ vonzáskörzetében 970 négyzetkilométeren mintegy 1,3 millió lakos él.

A város tengerpart felé eső központi részében elhelyezkedő munkahelyek, a különböző szolgáltatási létesítmények és az északra lévő lakóterületek, valamint a növekvő lélekszámú elővárosok közötti utazások adják a tömegközlekedés fő irányait.

A metróépítést 1955 júliusában kezdték meg és az első mintegy 7 kilométeres elágazásos vonalat, amely a Sete Rios–Restauradores állomások és a másik ágon az Entre Campos–Restauradores állomások közötti viszonylatokkal üzemel, 1959. december 30-án nyitották meg, a Rotunda elágazó állomás átadásával együtt.

A vonalat 1963 elején a Rossio állomásig, 1966-ban az Anjos állomásig, 1972 júniusában az Alvalade állomásig hosszabbították meg és így teljes hossza 12 kilométer lett, az állomások száma 20. A metrót 1975-ig magántársaság üzemeltette, ekkor államosították.

A vonal végig föld alatt fekszik.

Az alagutakat kis mélységben, a felszínről nyitott módszerrel betonból építették. Egy 0,9 kilométeres szakasz épült bányászati módszerrel. A kettős alagutak 7,35 méter szélesek, boltíves szerkezetűek, a záradékban 4,95 méter magasak, az egypályás alagút szélessége 4,5, magassága 4,35 méter. A vasúti talpfák a vonali szakaszokon zúzottkő, az állomásoknál vasbeton ágyazaton fekszenek. A pálya nyomtáva 1435 milliméter, folyóméterenként 50 kilogramm tömegű, 18 méter hosszú termittel összehegesztett vignol sínszálakból alakították ki. A pálya legnagyobb emelkedése 41‰, a legkisebb ívsugár 100 méter.

Az állomások elrendezése és méretei igen eltérőek. A 19 oldalperonos állomás hossza 40, 70, illetve 105 méter. A peronszélesség 4, 6, 8 méteres. A legkisebb állomástávolság 490, a legnagyobb 940 méter.

A vonalon 1975 óta 4 kocsis szerelvények is üzemelnek, a minimális követési idő 2 perc, az átlagos utazási távolság 3,9 kilométer.

A 750 voltos egyenáramú vontatási áramot a motorkocsik a harmadik sínről kapják.

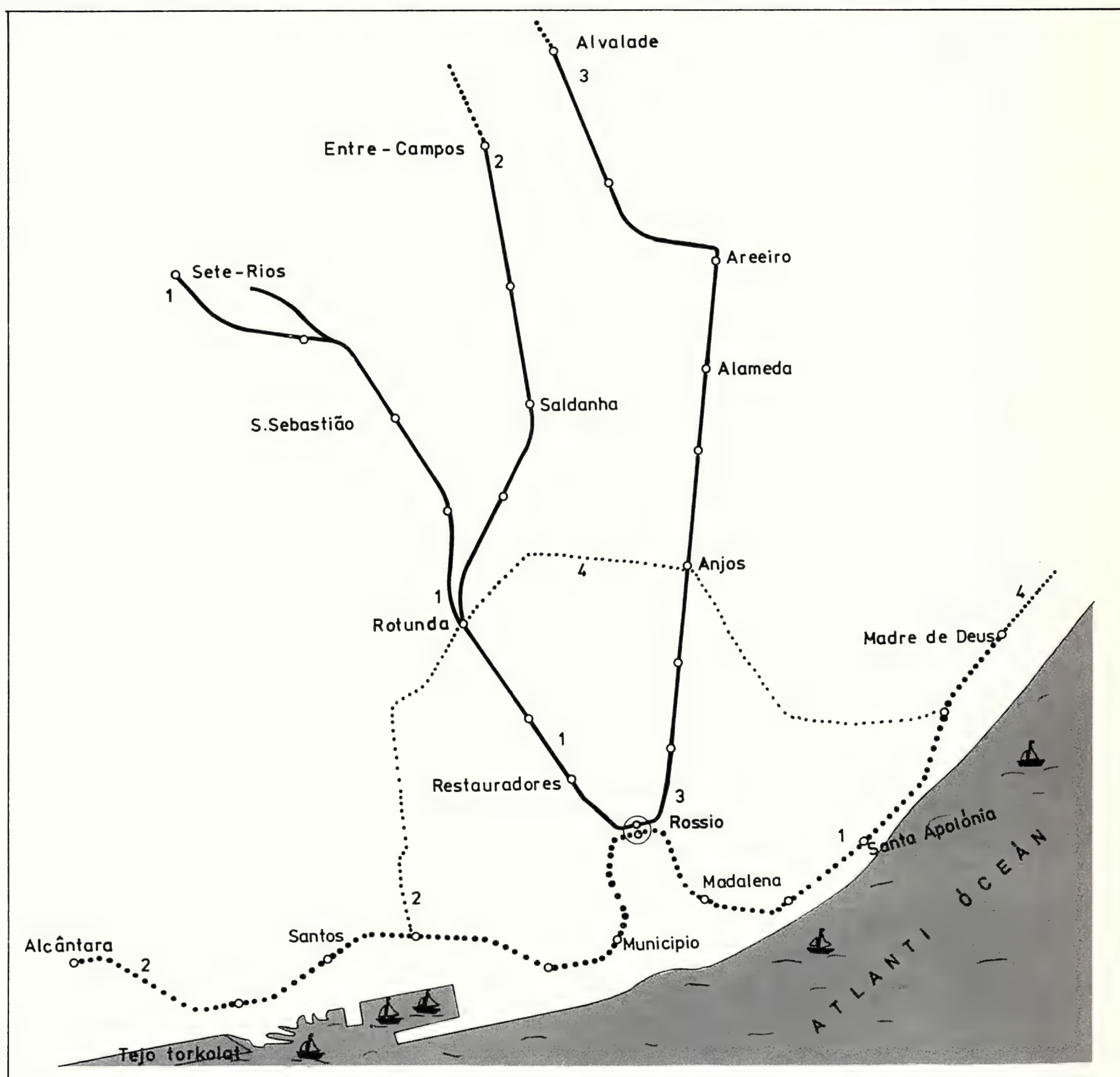
A biztosítóberendezés sínáramkörökkel működő fényjelzős rendszer, kapacitása 90 másodperces vonatkövetést biztosít.

Az üzemelő 80 metrókocsi NSZK gyártmányú, mindkét oldalukon 3 ajtó van. A kocsik fénycső világításúak, természetes szellőzésűek, a 200 helyből 36 az ülőhelyek száma.

A kocsik karbantartása a S. Rios közelében lévő felszíni javítóműhelyben történik. A hálózat bővítése és korszerűsítése folyamatban van. Bővítik azokat az állomásokat, ahol a 4 kocsis szerelvény fogadásához szükséges 70 méteres hossz nincs meg. Folyik a 3. vonal északi irányú meghosszabbítása, és egy járműtelep építése az új szakasz

mentén. Tervezik a 2. vonal délnyugati irányú és az 1. vonal déli irányú meghosszabbítását.

Tanulmányokat folytatnak a meglévő vonalaknak az elővárosok felé történő további meghosszabbításáról és egy a tengerpart mentén induló új metróvonal lehetőségéről. A tervezett teljes hálózathossz 40 kilométer.



Lisszabon metróhálózata

Liverpool

Liverpool 750 ezer lakosú nagy kikötőváros és fontos kereskedelmi és ipari központ. A tengeri hajókkal is járható Mersey folyó torkolatánál, a folyó keleti, jobb partján fekszik. A túlsó parton van Birkenhead, egy 140 ezer lakosú város, amely hajógyárairól híres. A két város közötti szorosabb kapcsolatot a tengeri hajóforgalom miatt alagutakkal kellett megteremteni. 1886-ban épült meg a folyó alatt átvezető vasúti alagút, amelyen gőzmozdonyokkal bonyolították le a forgalmat. 1903-ban tértek át az elektromos vontatásra. Ebből a vasúti alagútból és a városba vezető elővárosi vasutakból alakult ki 1977-ben a metróhálózat.

A település a környező elővárosokkal 646 négyzetkilométerre és 1,5 millió lakosra növekedett, így elkerülhetetlen volt a megfelelő gyorsvasúti közlekedés kialakítása.

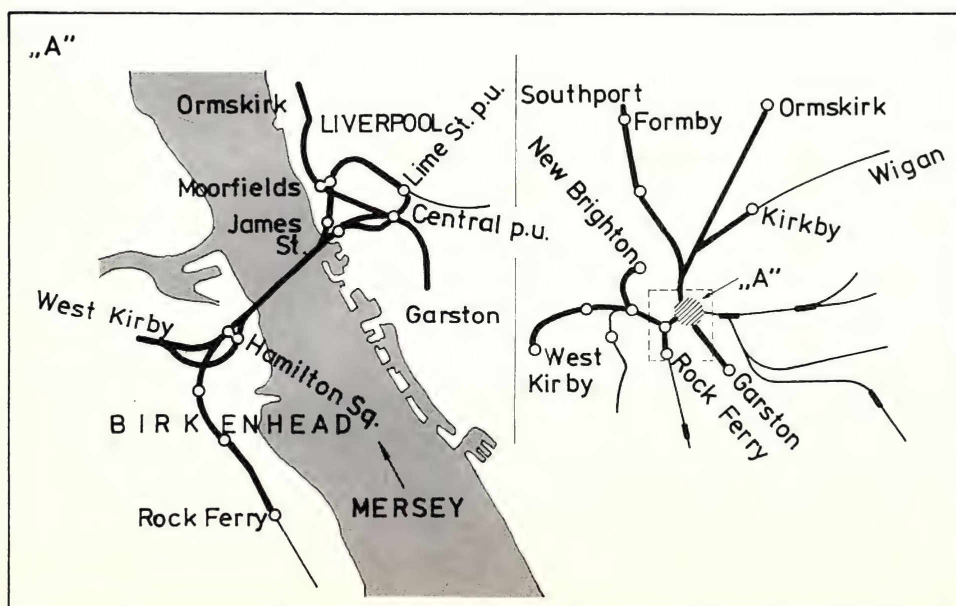
Megjegyzem, hogy a közúti forgalom is egy 1934-ben megnyílt kétnyomú, kör keresztmetszetű alagúton bonyolódik le a folyó alatt.

A hálózat 3 fő vonalból áll, amelyek elágazásokat is tartalmaznak.

A Birkenheadből átvezető 5,5 kilométer hosszú és 17–38 méter mélyen fekvő alagút folytatásában egy egyvágányú 3 kilométeres hurokvágányt építettek ki, pajzsos alagútépítési eljárással, a városközpont alatt. Ezen keresztül fordulnak vissza a vonatok. A hurokvágány a James St. állomásnál kezdődik és 3 földalatti állomást szolgál ki a városközpontban. Így a Moorfields állomáson átszálló kapcsolat létesült az észak–déli vonalakkal, a Lime St.-en és a Centralnál pedig a vasúti főpályaudvarokkal. E vonalnak Birkenheadben elágazásai vannak.

A Southport-ról bevezető észak–déli irányú második vonal korábbi végállomását megszüntették és egy új földalatti szakasszal a városközponton át vezetve Garstonig hosszabbították meg. Ebből a vonalból ágazik ki a 3. vonal Ormskirk és Kirkby felé a vonal északi részén.

Garston és a túlsó parton fekvő Rock Ferry között is közvetlen vonatok közlekednek. Ezek érdekében mindkét oldalon alagutakat építettek az elágazásoknál a Central, továbbá a Hamilton állomásoknál a forgalom kedvezőbbé tételére. Így lényegesen megrövidült a folyó alatti több viszonylatot lebonyolító szakasz.



Liverpool metróhálózata

London

A szigetország fővárosában, Londonban működik a világ egyik legkiterjedtebb metróhálózata.

A földalatti vonalak behálózzák a város teljes területét, beleértve a külvárosokat északon, keleten, nyugaton és a Temze alatt áthaladva délen is. A hálózat kiterjedése olyan, hogy a metróval el lehet érni a legkülső városrészeket is.

A metró megalkotása, alapformájának kialakítása Londonhoz fűződik. Itt épült meg a világ első metróvonala, amelyet 1863. január 10-én indítottak. Maga a metró elnevezés is az első vonalakat építő és üzemeltető Metropolitan Vasúttársaság nevéből származik.

A XIX. században London volt a világ legfejlettebb ipari központja és legnagyobb városa is. A lovaskocsi-forgalom az 1860-as években már olyan méreteket öltött a város belső részében, hogy a tömegközlekedést csak nagy nehézségekkel tudták lebonyolítani.

A földalatti eszméje egy Charles Pearson nevű londoni ügyvédtől származik, aki előre látta, hogy a felszíni közlekedés növekedéséből adódó gondokat csak a földalatti vasút építése fogja megoldani.

Az első vonalszakasz 6,5 kilométer volt, Paddington és a Farringdon Street között.

A szerelvényeket gőzmozdonyok vontatták, ezért sok küzdelmet okozott a füst eltávolítása. Egyes szakaszokat tető nélkül építették és több helyen szellőző lyukakat alakítottak ki.

Az első földalatti vasút megnyitását több, újabb vonalszakasz építése követte, mégpedig más társaságok által is. Így a Metropolitan District Railway Company Vasúttársaság 1868 végén nyitott meg a Gloucester Road és a Westminster közt egy vonalszakaszt.

A Metropolitan Vasúttársaság pedig továbbépítette az 1863-ban megnyitott vonalat, az Edgware Roadtól South Kensington-ig, majd az Aldgate állomásig.

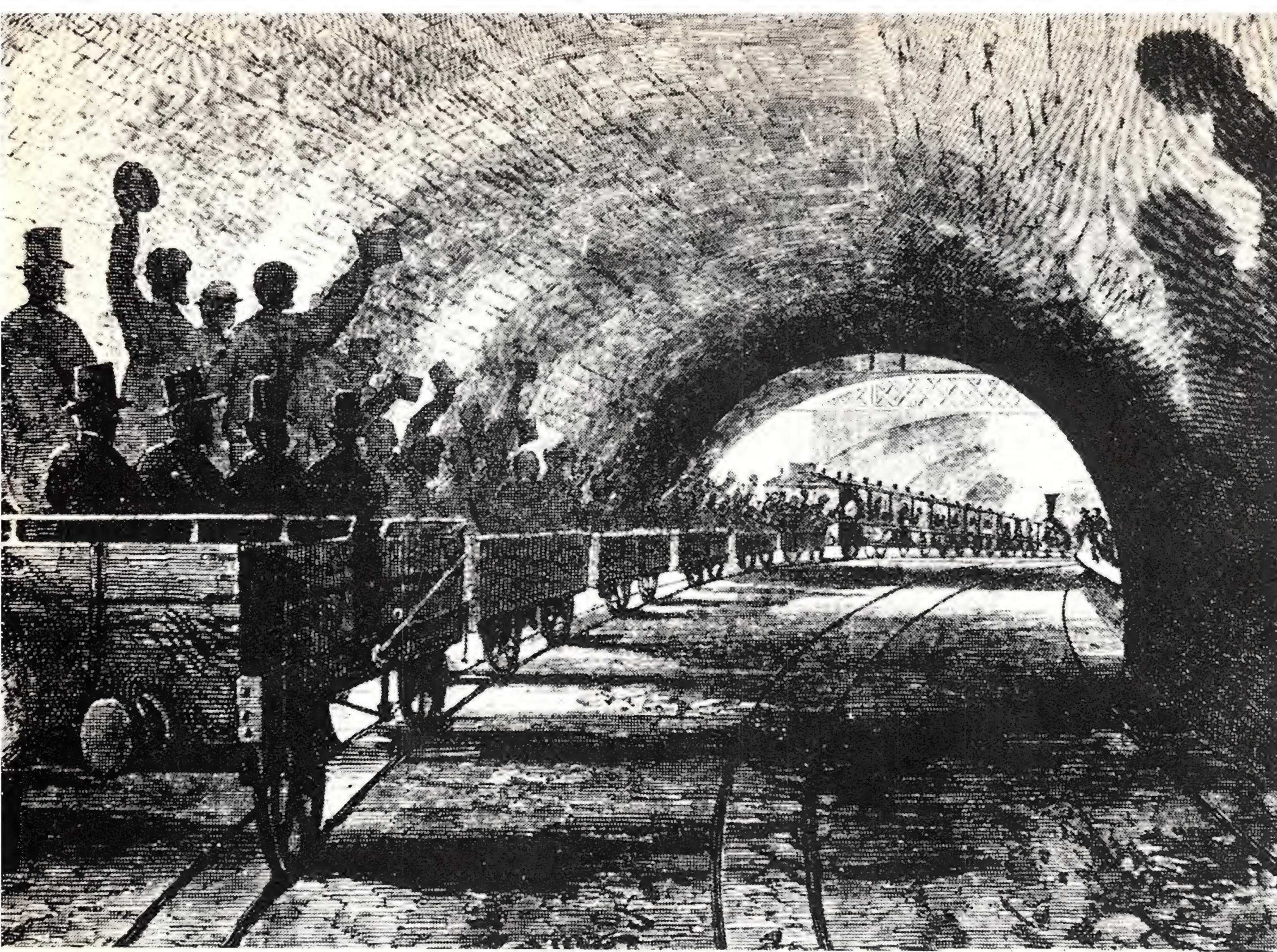
1884-ig kiépítették a külön üzemelő vonalak összekötésére szolgáló vonalszakaszokat is, így megvalósult a londoni City körüli belső gyűrű, amelyet Circle Line-nak, azaz „körvonalnak" hívnak.

Ezeket a vonalakat mindenütt felszínről, nyitott munkagödörből építették.

Az első zárt építésű víz alatti vasúti alagutat a Tower Hill és a Bermondsey állomás között fúrták a Temze folyót keresztezve.

Az alagút Barlow tervei szerint épült. Itt alkalmaztak először hengeres fúrópajzsot és öntöttvas elemekből csavarkapcsolatokkal összeszerelt falazatot, amelyet a tube (cső) szóból tubingnek (tübbing) neveztek el. Az alagútépítő pajzsok alapformája ma is a Greathead által itt kialakított rendszernek felel meg.

1870 augusztusában nyílt meg ez a vonalszakasz, a szerelvényeket kötélvontatással járatták, ez azonban nem aratott sikert az utazóközönség körében és néhány hónapi működés után kivonták a kocsikat a forgalomból, felszedték a síneket és az alagutat



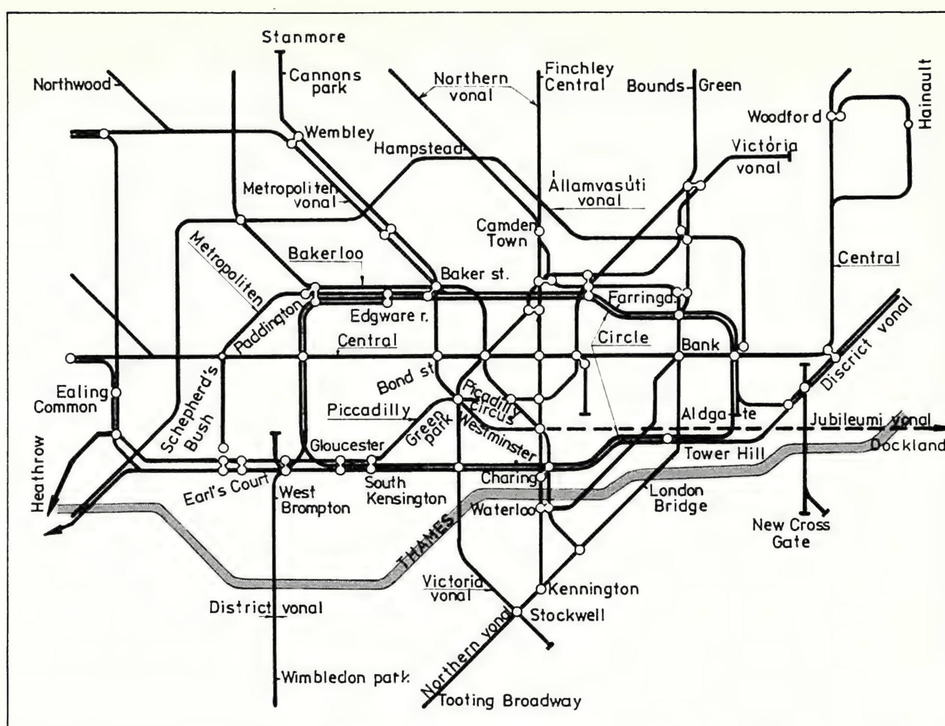
Az első londoni metrószerelvény 1863-ban

átadták a gyalogosoknak, akik azt 1896-ig használták addig, amíg a Tower-hidat megépítették.

Az első mai értelemben vett földalatti vasutat, a világ első villamos üzemű földalattiját, amely a Cityt és a Dél-Londoni Vasutat kötötte össze, 1890. december 18-án nyitották meg a King William Street és a Stockwell állomások között, délre a Temzétől mintegy 6 kilométer hosszban, a Northern vonalon.

A legközelebb megépített alagút a Central London vonal, ahogy népszerű nevén a nép ma is nevezi, a „kétpennys" alagút. A Shepherd's állomástól a Bank állomásig húzódott, azaz a londoni city központját kötötte össze a nyugati külső városrésszel és 1900-ban, július 30-án nyitották meg. Népszerű elnevezését annak köszönhette, hogy amikor megnyitották, egységesen két pennybe került egy jegy e vonalon, teljesen függetlenül az utazás hosszától. 1907-ben a Bakerloo a Northern, és a Piccadilly vonalakat kezdték építeni, és ezekkel egészült ki a hálózat. Mindezeket együttvéve 50 év alatt a londoni Metropolitan vonalból kinőtt egy metróhálózat, amely London központját összekötötte a legtöbb elővárossal. Ezeket a szakaszokat egyéni társaságok finanszírozták. 1915-ben a Metropolitant kivéve, az összes többi vonal egy társaságban egyesült, 1933-ig, amikor a Londoni Utazási és Közlekedési Igazgatóság megalakult és a teljes hálózatot átvette.

A második világháború alatt, a bombázások idején a mélyalagutak óvóhelyként szolgáltak (éjszakánként átlagosan 60 ezer ember tartózkodott a metróalagutakban).



London metróhálózata

1949-ben, amikor felülvizsgálták London és környéke közlekedésfejlesztési igényeit, azt javasolták, hogy néhány új mélyvezetésű vonalat építsenek, valamint folytassák az Angol Állami Vasutak kezelésében lévő elővárosi vasutak modernizálását és elektrifikálását. A gazdasági nehézségek miatt azonban az építkezés megkezdése sokáig késett.

Az új, Victoriáról elnevezett vonalon a munkák 1962-ben kezdődtek és a teljes 22,5 kilométer hosszú mélyvezetésű vonal három szakaszban 1971-re készült el.

A Victoria vonal megnyitása igen nagy változást hozott a felszíni közlekedésben is. Nagymértékben enyhítette a belváros és a legsűrűbben lakott negyedek felszíni zsúfoltságát. A 16 állomása közül 15 mélyállomás és átszállási lehetőséget biztosít egyéb földalatti vonalakkal, illetve az Angol Állami Vasút vonalaival. A vonalat ellátták automatikus vonatvezetési rendszerrel, automatikus jegyváltó és jegykezelő berendezésekkel, valamint zártláncú ipari televízióval.

A Piccadilly vonalnak a Heathrow repülőtérig történő meghosszabbítását 1967-ben határozta el az angol parlament. A munkákat 1971 áprilisában kezdték el és a vonalat Erzsébet királynő 1977. december 16-án adta át a forgalomnak.

London legújabb, úgynevezett jubileumi földalatti vasútvonalának első szakaszát a walesi herceg 1979. április 30-án avatta fel.

Az új vonalhoz csatolták az elavult Bakerloo vonalnak a Stanmore végállomásig vezető elágazását. A Baker Street állomástól mélyvezetéssel folytatódik a vonal a Bond Street és a Green park alatt áthaladva a Charring Crossig. A Charring Cross állomásnál az új földalatti állomás egyesíti a korábbi Strand és Trafalgar Square állomásokat. Innen keleti irányban épül tovább.

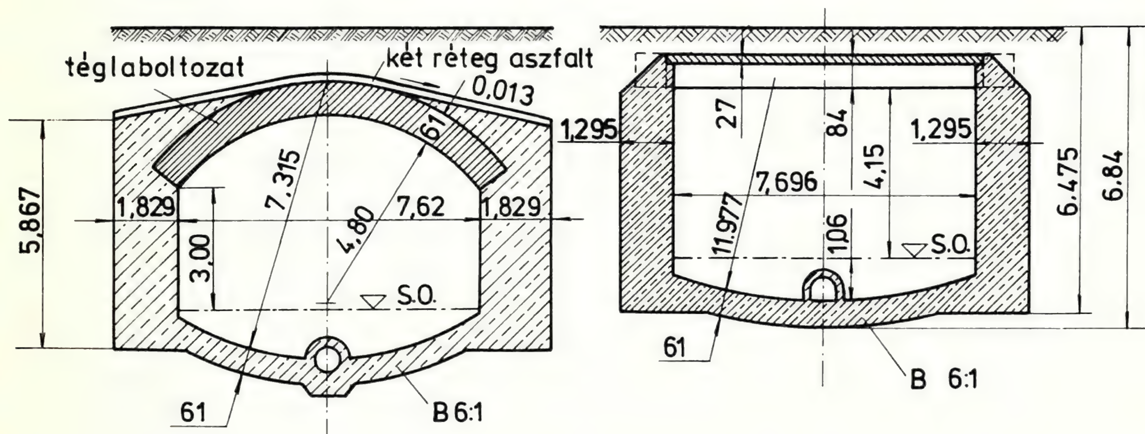
A hálózatból három vonal (Metropolitan, District, Circle) föld alatti szakasza



District vonal Earls Court állomása 1863-ban

felszínről, nyitott módszerrel épült. A többi hat vonal (Bakerloo, Central, Northern, Piccadilly, Victoria, Jubileumi) föld alatti részei mind mélyvezetésűek, zárt alagútfúrási módszerrel épültek.

Az első három vonal alagútméretei nagyobbak. Így az itt közlekedő vonatok nem vihetők át a mélyvezetésű vonalakra. A burkolat alatti alagutak egy részét téglából falazták, egy részét betonfalakkal vastartós födémekkel építették.



Felszínről nyitott módszerrel épített boltozatos
és síkfödémes alagút keresztmetszete a századforduló elején

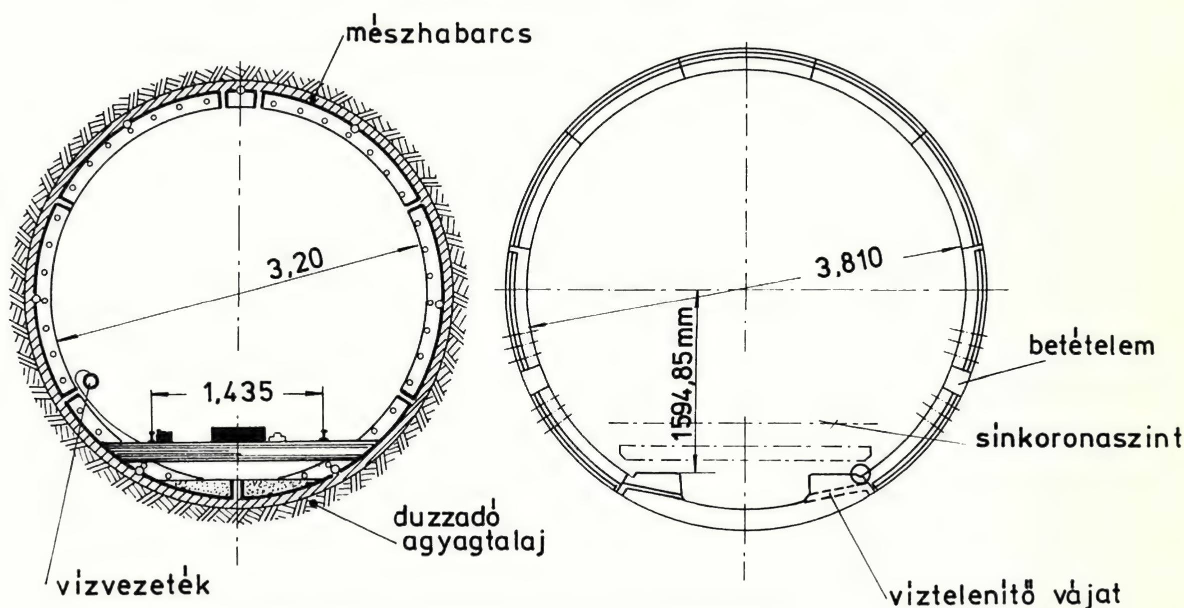
Ennek a három vonalnak az összhossza 189 kilométer. A vonal 32,5 kilométer hosszban 4,5–18,0 méter mélységben fekszik, a többi szakasz a felszínen vezet.

A többi vonal mélyvezetésű szakaszainál kezdetben 3,2 méter, később 3,66 méter belső átmérőjű, kör alakú alagutak épültek külön-külön a két vágány részére. A mélyvezetésű vonalszakaszok hossza 133,1 kilométer.

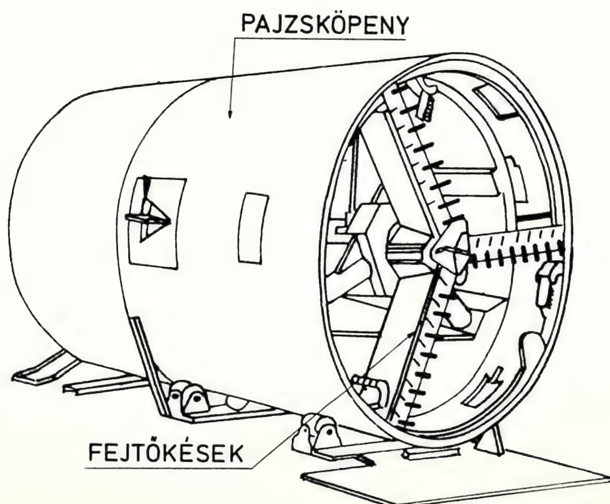
Az alagutak jelentős része öntöttvas tübbingekből készült. Az 1940-es évek végén itt alkalmaztak először bordás vasbeton tübbingeket csavarkapcsolatokkal. A londoni agyagtalaj jó vízzáró, kedvező az építés számára. Az alagutak víz elleni szigetelése emiatt nem okozott nagy gondot.

A Victoria vonalon kezdték alkalmazni a csuklós alagútgyűrű falazatot. Az ilyen szerkezet önmagában labilis szerkezet, csak az alagutat körülfogó talaj támasztó hatása teszi stabillá. Ennél a megoldásnál az összeszerelt gyűrűt a kibontott kör alakú üreghez feszítették hidraulikus sajtókkal és így állt elő a stabil falazat, ahol már nem volt szükséges az egyébként elmaradhatatlan hátűrinjektálás.

A csuklós falazatot öntöttvas elemekből, vagy vasbeton blokkokkal építették.



Mélyvezetésű régi alagút-keresztmetszet öntöttvas tübbingekből, és az új Viktória vonal vasbeton tübbingekből

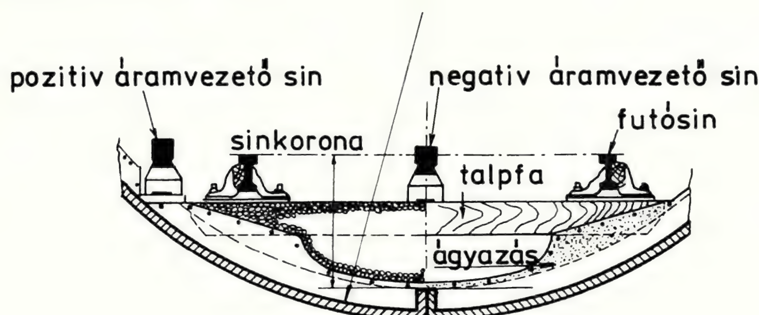


Alagútépítő pajzs (Calweld típus)

Az állomások jelentős részét ugyancsak öntöttvas tübbingekből alakították ki. Az alagutak világviszonylatban a legkisebb méretűek közé tartoznak.

Londonban szerkesztették meg az első mechanikus pajzsot. A Central vonalon Thomson eljárása volt az első ilyen megoldás. A mai mechanikus pajzsok alapformáját Price alakította ki. A fejtést egy forgóvedres exkavátor végzi. Hat forgó karból áll a fejtő kereszt, amelyeken maróvedrek fejtik a talajt. Később a McAlpine és a Kinnear, Moodie et Co pajzsait használták a Victoria vonal építésénél. Ez utóbbinál a fejtő rotort 6 hidraulikus motor forgatja percenként 4 fordulattal. A mechanikus pajzsokkal 18–24 méter/nap előrehaladást értek el. A vonalalagúti pajzsokat keresztülhajtották az állomásokon is, hogy a költséges ki- és beszerelő pajzskamrákat elkerüljék. Utána kézi fejtésű nagyobb állomási pajzsokkal bővítették fel a szelvényt.

A vágányok érdekessége, hogy a futósíneken kívül oldalt áramvezető sínt és a vágány közepén egy áramvisszavezető sínt alkalmaznak. Ez a negyedik sín is a harmadik sínhez hasonlóan porcelán szigetelőkön fekszik és így megakadályozza a korróziót okozó kóbor áramok keletkezését. A talpfák ausztráliai jarrah fából vannak az alagutakban betonba ágyazva.



Vasúti pálya az áramvezető és a visszavezető sínekkel

Található Londonban még egy hetedik mélyvezetésű vonal is, az úgynevezett Waterloo City Line, melyet az Angol Állami Vasutak üzemeltet.

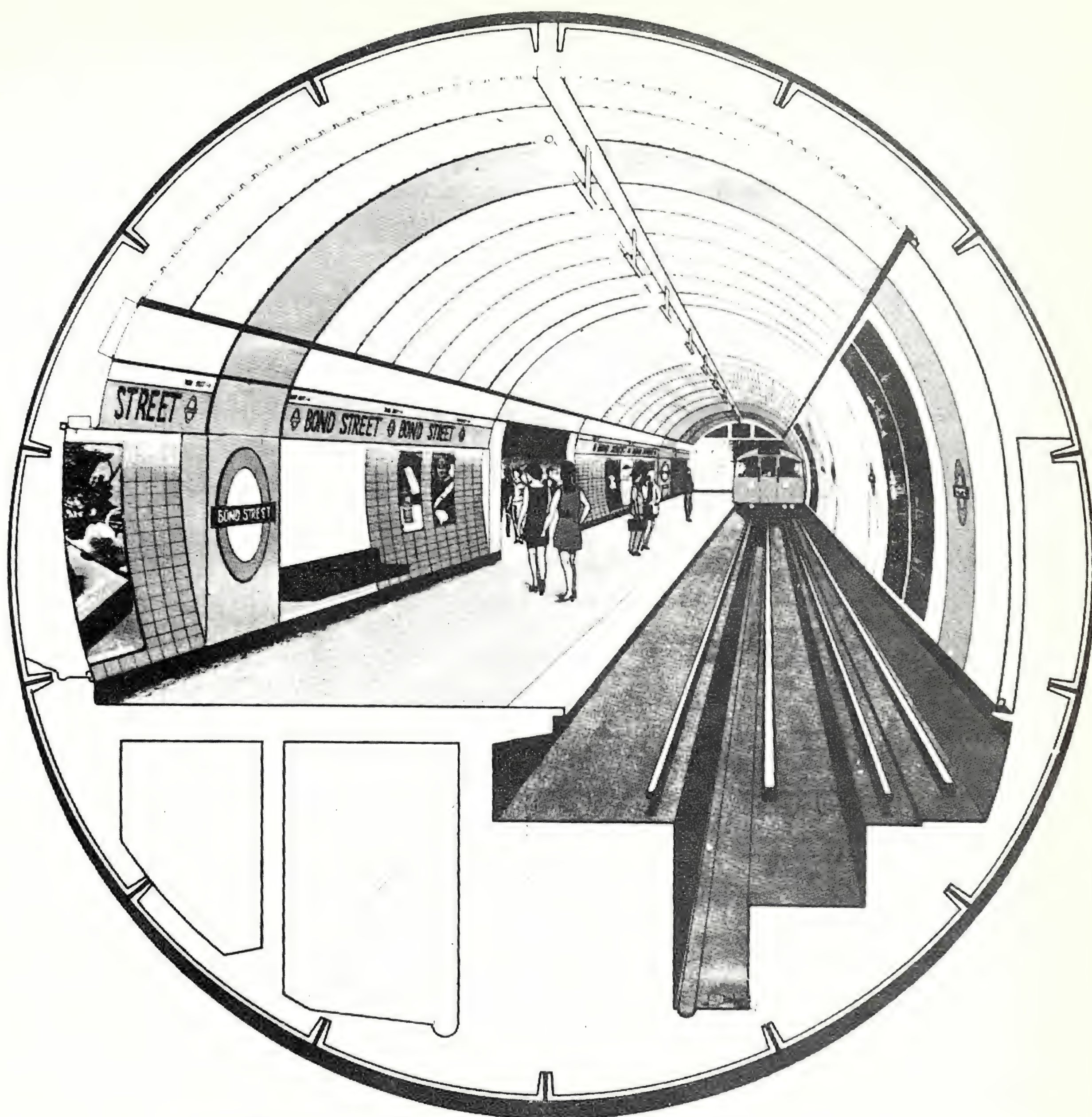
A londoni földalatti vasútvonal áramellátását a vállalat saját két áramfejlesztő állomása biztosítja.

A vontatási feszültség 600 voltos egyenáram, harmadik sínről táplálva.

A felszínről a mélyen fekvő állomásokig a múlt században felvonókat, lifteket alkalmaztak az utasok szállítására, le a peronra és a peronokról a felszínre.

Az első mozgólépcsőket 1911-ben szerelték. Ma 270 mozgólépcső működik a hálózaton. Sebességük 0,5–0,75 méter/másodperc. Összesen 71 állomáson van mozgólépcső. A leghosszabb mozgólépcső a Leicesteren van, amelynek függőleges emelőmagassága 24 méter.

68 felvonó működik 25 állomáson, az átlagos emelőmagasság 20 méter, a leghosszabb 54 méter. A felvonók többsége 0,9 méter/másodperc sebességgel működik, maximális terhelésük 50 utas/felvonószekrény. A legutóbbi időben jó néhány nagysebességű felvonót állítottak üzembe modern vezérlőberendezéssel. Ezeknek a sebessége 2,5–4,0 méter/másodperc között van. Teljesen automatikus vezérlésűek. Nem szükséges hozzájuk kezelő, jóllehet az indításuk távvezérléssel és távmegfigyeléssel ellenőrzött. A fejlesztés során több régi típusú liftet is hasonló automatikával látnak majd el.

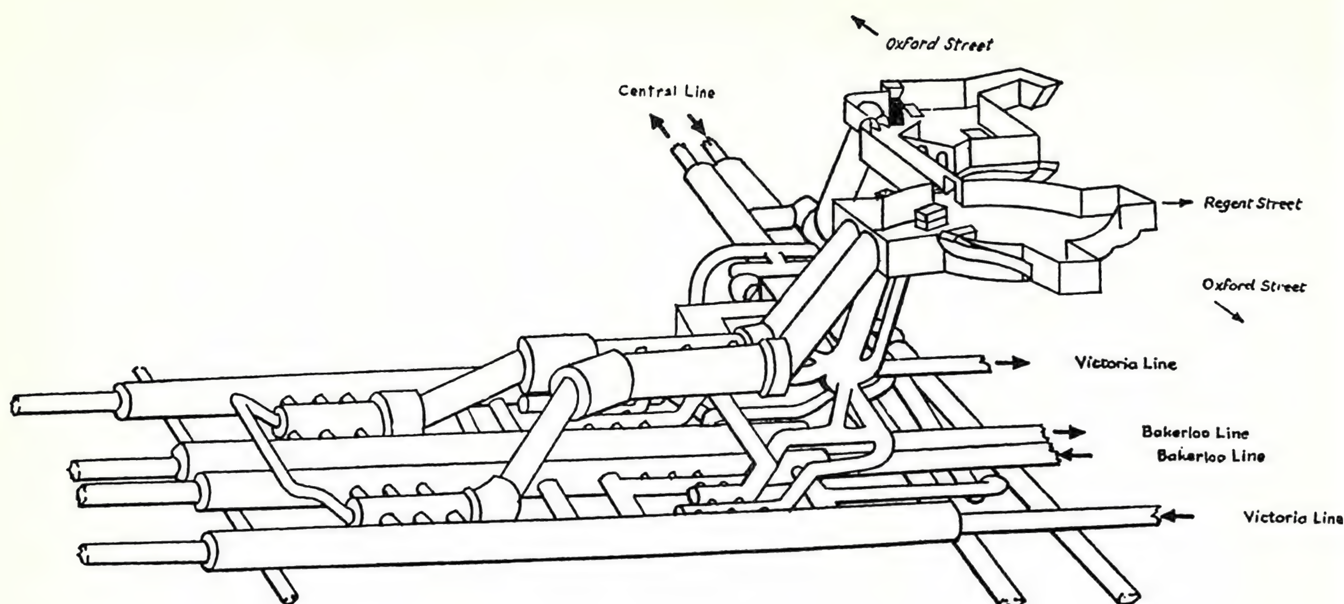


A jubileumi vonal mélyállomása

A földalatti vasúthálózaton több mint 100 ventillátor van üzemben. A szállított levegő mennyisége 2400 köbméter/másodperc. Ilyen légmennyiség mellett garantálni tudják, hogy a kívánt állomáskörzetekben, a fontosabb üzemi berendezéseknél a hőmérséklet átlagos értéke 23 °C fölé ne emelkedjék.

A vonatok által keltett huzat csökkentése céljából a hálózaton különleges huzatcsökkentő aknákat, nyílásokat alkalmaznak, több mint 31 állomáson. Ezenkívül az összekötő- és megkerülő alagutak, valamint a mozgólépcső lejtaknák is a huzat csökkentésének megfelelően vannak kialakítva.

A biztosítóberendezés szigetelt sínáramkörű szakaszokból épül fel.



A Bakerloo, a Victoria és a Central metróvonalak átszálló kapcsolatai

Amikor egy vonat elhalad egy szigetelt szakaszon, maga mögött állítja a jelzőt vörösre, s a jelző csak akkor áll ismét szabadra, ha a vonat már a következő szigetelt sínszakaszt és az úgynevezett védőszakaszt is elhagyta.

A londoni metróhálózaton minden olyan vonalszakaszt, amely vágánykapcsolat nélküli, így látták el biztosító és jelzőberendezéssel. A biztonságot szolgálja az autostop berendezés, amely a szerelvényt automatikusan megállítja, ha a szerelvény a vörös jelzőt túlhaladja.

A vágánykapcsolatos állomásokon a vasútbiztosító berendezés félautomatikus és megfelelő szakember felügyelete alatt áll. Azonban az emberi felügyelet mellett speciális, biztonsági reteszelések is be vannak építve a rendszerbe, amelyek kiküszöbölik az emberi hibából következő baleseteket. A rendszer továbbfejlesztését jelentik a távvezérlő berendezések, amelyek segítségével lehetővé vált az automatikus vágányút-állítás és több körzet távvezérlése egy központi helyről. A vonatok mindenkori tartózkodási helyét és a jelzők mindenkori állását pontosan meg tudják figyelni ezzel a rendszerrel.

A londoni metrónál fejlesztették ki a programozott automatikus vonatvezetési rendszert, amelyet az 50-es években kísérleteztek ki. Ennek segítségével lehetségessé vált egy-egy vonalon egy teljes napi menetrend lebonyolítása automatikusan. A menetrendet egy műanyag szalagra rögzítették, kódolt információk formájában, amely minden vonatnak a menetrendben levő adatát tartalmazza és a gép ennek megfelelően szabályozza a vonat sebességét, megállását és állítja a jelzőket és váltókat.

A programozott automatikus vonatvezetési rendszer, amely nem igényel emberi beavatkozást, már több vonalon működik. Jelenleg szerelés alatt van a Northern vonalon. Ez a rendszer képezte az alapját az új Victoria vonal jelző- és biztosítóberendezésének is.

A Victoria vonalon bevezetett automatikus vonatvezetési rendszerben minden vonat olyan kódolt információ szerint közlekedik, amelyeket a futósínekbe táplálnak

be és nagyfrekvenciás rezgések formájában továbbítanak meghatározott intervallumokban a pálya bizonyos szakaszaiba.

Ezeket a jelzéseket azok a mágneses tekercsek érzékelik a vonaton, amelyeket a legelső kocsik elejére, a forgóvázra szereltek. A vonat képtelen folytatni útját, ha a biztonsági kód nem „jön fel" a kocsira. Ha a kódnak nem felel meg az a sebesség, amellyel a szerelvény az adott szakaszon áthalad, és amelyet a kontrollpont érzékel, ilyen esetekben az automatikus berendezés a szerelvény további futását módosítja.

A parancs-információ szabályozza a motor és a fék működését oly módon, hogy ha egyszer a vonatvezető megnyomta az iker-startgombokat, automatikusan bekapcsolnak a motorok, a szerelvény gyorsul, kifut, majd fékez, megfelelő célfékezési pontossággal a következő állomáson anélkül, hogy a vezetőnek egyszer is be kellene avatkoznia. Az automatikus berendezés vigyáz arra is, hogy a megfelelő sebességkorlátozásokat és a megállási helyeket a vonat pontosan tartsa a pálya mentén.

A hálózaton közlekedő kocsik napi ellenőrzése és karbantartása részben a depókban, részben a vonalakon, részben kocsiszínekben történik. 12 depó van a hálózaton, általában két depó szolgál ki egy vonalat. Kivételt képez a Neasden depó, amely a Jubileumi és a Metropolitan vonalat, valamint a Hammersmith depó, amely a Circle vonalat szolgálja ki. Ezenkívül van még egy depó, a Northumberland Parknál, amely csak a Victoria vonal kiszolgálására szolgál. A fentieken kívül egy sor apróbb javítóműhely is található a hálózaton.

Minden kocsifőjavítást az Acton főjavító műhelyben végeznek. A régi típusú kocsikat 5 évenként, az új típusúakat 10 évenként viszik főjavításra.

A szerelvények mindennap reggel 5 órától éjjel 1 óráig vannak forgalomban és mindössze 4 óra áll rendelkezésre a kiszolgáló személyzetnek a pálya, a jelzőberendezések, és a forgalom alatt hozzá nem férhető berendezések karbantartására.

A londoni földalatti vasutak kocsiparkja két alaptípusból tevődik össze. Az egyik típus a Metropolitan, a District és a Circle vonalon üzemel. Mivel ezeken a vonalakon az űrszelvények nagyobbak, ezért az itt közlekedő kocsik mérete is nagyobb. Az alagutakban a mélyvezetésű szakaszokon az űrszelvényméretek kisebbek, ezért az ott használt kocsitípusok kocsiszelvényei is ennek megfelelően kisebbek. A kocsik felső része erősen ívelt, hogy beférjen az igen kisméretű alagútba. Az ajtók felső része is belenyúlik az ívelt részbe. A padlószint 0,68 méterre van a sínkorona szint felett.

A kocsikban 40–44 ülőhely van, az állóhelyek száma pedig kocsitípusonként változó, 132–190 fő.

Általában 6, 7 vagy 8 kocsis szerelvényeket közlekedtetnek. Ennél rövidebb, például 4 kocsis szerelvény is előfordul, főleg a csúcson kívüli időszakban a Metropolitan vonalon és egy-két kisebb forgalmú vonalszakaszon.

A csúcsórákban a forgalom olyan sűrű, hogy a szerelvényeket 90–120 másodperces követéssel kell járatni a központi vonalszakaszokon. Az állomási tartózkodási idő csak 20–25 másodperc lehet.

A vonatok sebességének növelése nem látszott és ma sem látszik gyakorlatilag célszerűnek, mivel az állomások közötti távolság meglehetősen rövid. A forgalom sűrű, így a nagy sebesség nem volna gazdaságosan kihasználható. Ezzel szemben minden kocsitípusnál a gyorsulási érték magas, a 40 kilométer/óra sebességet 15 másodperc alatt érik el a járművek. A Victoria vonalon és a Jubileumi vonalon közlekedő kocsik 10 másodperc alatt gyorsulnak ugyanerre a sebességre. A 80 kilométer/óra sebességet szabadban mérve 1 perc alatt érik el a szerelvények.

Minden kocsi rendelkezik sűrített levegővel működtetett ajtókkal. Az állomásokon

az ajtók becsukódását az állomási személyzet ellenőrzi az ajtókon levő jelzőlámpák figyelésével, ha a zárás megtörtént, jelt ad hangjelzéssel az állomási személyzet a vonatvezető számára az indításra. Az automatikus vonatvezetéssel felszerelt szakaszokon a Victoria vonalon, valamint a Central vonal Woodford–Hainault szakaszán, ahol állomási személyzet nincs, az ajtók villogó fényjelzése a vezetőfülkében a vezető pulton jelenik meg és az ajtó csukásának visszajelzése reteszelve van a vonat indításának parancsával. Így a szerelvény az állomást nem hagyhatja el mindaddig, amíg az összes ajtó be nem csukódott.

1952-ben jelentek meg az első alumíniumötvözetből készült vasúti kocsik, felváltva a korábbi acélszerkezetű konstrukciókat. A súlycsökkentés jelentős megtakarításokat eredményezett a vontatási energiaköltségekben.

A londoni földalatti vasút utasai számára a menetjegyeket automaták szolgáltatják az állomásokon. Az automaták érmékkel működnek és saját maguk nyomtatják, vágják és adják ki a jegyeket, 3 másodperc alatt.

A kifejlesztett jegyellenőrző rendszer is automatizált. Az utasok beérkezve a földalatti állomásra, automata peronzárakon mennek keresztül. Ezeket az automatákat úgy működtetik, hogy az utas bedugja a nyílásába a jegyet, amelynek a hátoldalán mágneses réteg található, hasonlóan a magnetofon szalaghoz, s ezen az utazás jellemzői vannak bekódolva. A gép leolvassa ezt egy elektronikus berendezés segítségével, kinyitja az utas előtt a peronzárat, ha a jegy érvényes, majd visszaadja az utasnak az ellenőrzött jegyet.

Azokon az állomásokon, ahol már az automatikus jegyellenőrző peronzárak működnek, a bérletes utasok ellenőrzésére – bár ember végzi – alkalmaznak olyan pedálműködtetésű berendezést, amely automatikusan nyitja az utas számára a peronzárat. Az automatikus peronzárak másik fajtája úgy működik, hogy állandóan nyitva van és csak akkor zár le, ha az utas a jegy érvényesítése nélkül, vagy érvénytelen jeggyel próbál keresztül menni rajta.

Zártláncú ipari-tv rendszert is felszereltek a teljes vonalon. A kamerákat a peron mentén és egyéb kulcsfontosságú helyeken helyezik el.

A hangosító rendszer teszi lehetővé a vonatszemélyzet számára azt, hogy kapcsolatba tudjanak kerülni az utazóközönséggel. Ezekhez a berendezésekhez csatolhatók bizonyos állomásokon a nyomógombos információs telefonok, amelyek lehetővé teszik az utasok számára, hogy megkapják a szükséges utazási felvilágosításokat a személyzettől.

A hírközlési rendszert úgy konstruálták meg, hogy az áramvezető sín hordozza a rádiófrekvenciát is.

A londoni metróra az elágazásos vonalak a jellemzőek. Ezek bonyolultabbá teszik a menetrendet és igen pontos vonatforgalmat igényelnek, ugyanakkor csökkentik az átszállások számát. Megfigyelhetjük, hogy az új vonalak elágazás nélküliek. A hálózat minden vonala átmérős vonal, az egy körvonalat kivéve.

Üzemviteli érdekesség, hogy egyes vonalakon az éjszakai üzemszünetben teheráru-fuvarozást is végeznek, ezzel kívánva csökkenteni az egyre növekvő deficitet.

Lyon

1978. május 2-án, mintegy öt hónappal a marseille-i metró felavatása után a selyméről és textiliparáról híres Lyonban is megindult a metró. Két vonalat avattak fel 11,1 kilométer hosszúságban, 15 állomással.

Az első metró gondolata Lyonban már 1900-ban megszületett, de csak 1963-ban készült egy átfogó terv, amely megállapította, hogy szükség van a metró építésére.

1971-ben közzétették a kidolgozott tervkoncepciót és ugyanebben az évben a hatóságok nemzetközi versenytárgyalást hirdettek a kivitelezésre. Ennek eredményeképpen 1973. május 1-én a választás egy francia kivitelezői csoportra esett. A munkák megkezdődtek és pontosan öt év múlva a metrót üzembe is helyezték.

A lyoni település mintegy 500 négyzetkilométer területet ölel fel, 1,1 millió lakossal. A terület központjában, a terület 10%-án a lakosság 40%-a lakik és a terület 50%-án az összlakosság 90%-a zsúfolódik össze. A munkahelyek még inkább koncentrálódtak: az 500 ezer munkahely közül 30% zsúfolódik össze a központban az összterület 2%-án. Ezen demográfiai, szocio-gazdasági és a forgalmi adatok ismeretében határozták meg a metróhálózat tervét, amely négy vonalból áll, körülbelül 45 kilométer hosszal. A terv szerint 1985-re egy 30 kilométeres hálózat épül ki.

A jelenleg működő hálózat két metróvonalat foglal magában, és egy rövid csatlakozó szakaszt.

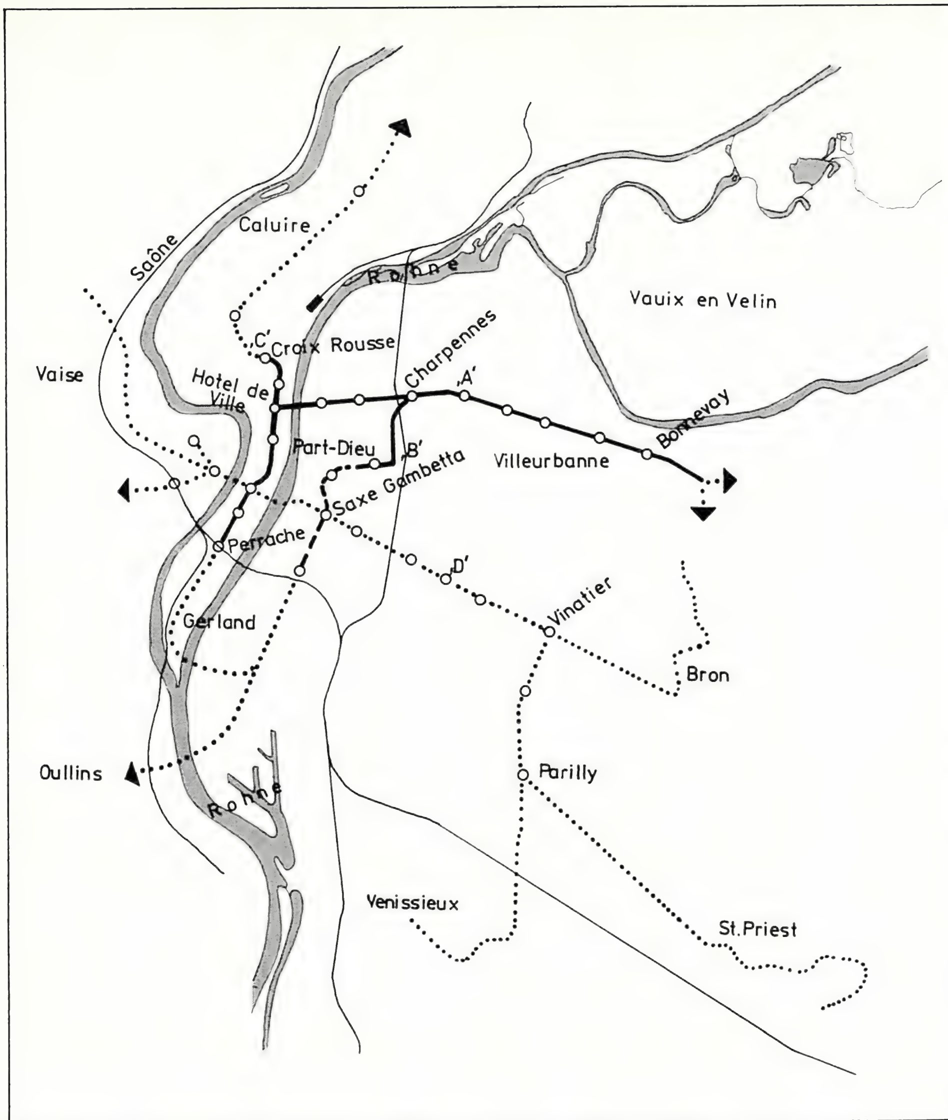
Az „A" vonal 9,6 kilométer hosszú, 13 állomással, Perrache és Laurent–Bonnevay között fekszik. Ez a vonal megfelel a régi 7-es számú autóbusz vonalának. Ez a felszíni hálózat legjobban terhelt vonala. A vonal kiszolgálja Lyon valamennyi hagyományos negyedét a Rhône bal partján, a félszigeten és kapcsolatot teremt Villeurbanne-al.

A „B" vonal 3,9 kilométer hosszú, 5 állomással, ez egyben a leendő transzverzális bal parti (Rhône) vonal kezdete, összeköti a Charpennes állomást – itt csatlakozik az „A" vonalhoz – a jelentős kereskedelmi központtal, Part Dieu-vel, amely egyben közigazgatási és kulturális központ is és innen vezet tovább déli irányba.

A „C" vonal egy 700 méteres csatlakozó vonal, amely két állomást – Croix-Rousse és Hotel-de-Ville – köt össze. Ez szolgálja ki a sűrűn lakott Croix-Rousse fennsíkot. 1974. decemberében avatták föl, amikor a régi sikló teljes rekonstrukciójával (Croix-Rousse-Croix-Paquet) együtt készült el. A vonal a Hotel-de-Ville állomásnál a városházánál csatlakozik az „A" vonalhoz.

Számos fontos városrendezési műveletre is sor került a metróépítkezésekkel kapcsolatban. Ezeket elsősorban a három végállomásnál és a csatlakozó átszálló állomásoknál végezték.

A Perrache végállomás a Carnot téren és a Verdun sétányon kialakított komplexumba épült be: ez a felszínen összefogja az autóút-csomópontot, a metróállomást, egy autóbusz-pályaudvart, egy nagy taxiállomást, egy kiterjedt autóparkolóhelyet, és egy gyalogos úthálózatot, amely összeköti az államvasúti pályaudvart a Carnot térrel.



Lyon metróhálózata

A metróépítés szükségessé tette, hogy több utcából kitiltsák az autóforgalmat. Így egyre inkább megvalósul az a gondolat, hogy a metró építésével felszabadult térségeket a gyalogosoknak adják át a félszigeti régi városrészben. Ily módon 2,4 kilométer hosszú gyalogút keletkezett Perrache és a városháza között.

A Városház átszállóhely szintén beleesett egy városrendezési művelet kellős közepébe: egy megfelelő szélességű út-átvágással új utat alakítottak ki a Rhône és Saône folyók között. Ez többek között azzal járt, hogy le kellett bontani a régi Morand-hidat és egy új hidat kellett építeni, amely lehetővé tette a metróvonal átvezetését.

A „B" vonal Part-Dieu végállomásának helye a kereskedelmi központban van. 1970-től, vagyis még azelőtt kezdték el az építését, mielőtt hivatalosan is elfogadták volna a metró építését.

Végül a Laurent-Bonnevay végállomást egy hídszerkezetben alakították ki egy

nagy útkereszteződésnél, amely egy külvárosi körútnál helyezkedik el. Közelében van egy nagy autóbusz-garázs és egy park.

A földtani és hidrológiai körülményeket és az építési költségeket figyelembe véve, a metrót kis mélységben helyezték el és felszínről nyitott építési módszerrel építették. Az altalaj alluviális eredetű, erősen vízáteresztő, a talajvíz 6 m-re van a felszín alatt. A kis mélységű vonalvezetés miatt követni kellett a meglevő közutak nyomvonalát, így a legkisebb kanyarulati sugár 70 méterre, a maximális emelkedő 65‰-re adódott.

Az alagutak négyszög keresztmetszetű vasbeton szerkezetek. A belső szélességük 7,50, a belső magasságuk 4 méter. A szerkezet alsó része a legtöbb helyen a talajvízben fekszik, ezért a munkagödröt víztleleníteni kellett. Többféle eljárást is alkalmaztak: szádfalak közötti építést, az alagút alatti talaj injektálással való szilárdítását, résfalazást és olyan helyen, ahol a szerkezet felúszását kellett megakadályozni, a fenéklemezt horgonyzással a vízzáró réteghez rögzítették.

A Rhône folyó átívelése az „A" vonallal egy új 187 méter hosszú és 15,5 méter széles híddal történt. A híd három nyílású, középen egy nagyobb, 89 méteres nyílással, hogy ne akadályozza a hajózást a folyón. A híd felül közúti forgalmat bonyolít le. A metró a zárt szekrényes tartókon belül helyezkedik el, a közúti pálya alatt. A híd feszített vasbeton szerkezetű.

A Croix–Rousse–Városháza összeköttetés a fogaskerekű vonallal ad kapcsolatot. Ez a „C" vonalszakasz egy gránitba épített alagút. Az építés során először egy 3 méter átmérőjű kutató vágatot készítettek, majd ezt robbantással bővítették.

A metró pályáját gumikerekű kocsik forgalmára tervezték, ennek részei:

– az acéltartókból épített futópályák, ezeken gördülnek a gumiabronccsal ellátott futókerekek;

– a forgózsámolyok oldalsó vezető sínjei; ezek két szögvasból állnak, amelyek a vízszintes helyzetű, az oldalirányú vezetést végző gumikerekek megtámasztását biztosítják, erről történik a vontató áram levétele is. A vezetősínek közötti távolság 2,50 méter;

– a biztonsági sínek, 1435 milliméter nyomtávval. Ezek biztosítják a forgózsámoly acélkerekeivel a gördülés és vezetés biztonságát, ha valamelyik gumiabroncs meghibásodik és ezek segítségével oldható meg a kitérőkön való átközlekedés.

A biztonsági sínek és az acélpálya 90 centiméter távolságra fektetett beton kereszttartókon nyugszanak, rugalmas alátét közbeiktatásával.

A metró az áramellátást három, 20 kilovoltos elektromos alállomásról kapja. A vontatási áram 750 voltos egyenáram. A visszatérő áram a biztonsági futósíneken halad.

A világítási energiát az állomásokon transzformátorokról osztják el.

Egyes állomások, mivel hatalmas építészeti egységekbe illeszkednek (a Part-Dieu és a Perrache megállók) különleges jellegűek. Így például a Part-Dieu állomás igen nagy méretű, 103 méter hosszú, 32 méter széles. A többi állomás azonos jellegű betonkeretszerkezet. Az oldalsó peronok általában a felszín alatt 4,5 méterre vannak: ezek hossza 70,8 méter, szélességük 3–4,5 méter. A felszínről a bejárat vagy fixlépcsőkön, vagy mozgólépcsőn történik. Ezek általában közvetlenül a peronra vezetnek. A mozgólépcsők (összesen 29) általában a felmenetelre szolgálnak. A peronokat úgy alakították ki, hogy később 109 méterre meg lehet növelni a hosszukat.

Az állomások bejárateinál nincs peronzár. A jegyek érvényesítése oszlopokra szerelt bélyegző készülékekkel történik.

Az állomáson nincs állandó személyzet. A felügyeletet ellenőrök látják el, akik kidolgozott terv szerint bizonyos számú állomást ellenőriznek. A menetjegyek ellenőrzése – mint a felszíni közlekedésben – szintén mozgó ellenőrökkel történik.

A vasútüzem nagymértékben automatizált, a hagyományos fényjelzős biztosítóberendezés helyett a jóval biztonságosabb és korszerűbb automatikus vonatvezetési rendszert alakították ki.

Ha a kocsivezető indulási parancsot ad egy gomb megnyomásával, az automata vonatvezetés biztosítja az indulást, a gyorsítást, a fékezést, az állomáson a pontos megállást és az ajtók nyitását. A berendezés automatikusan gondoskodik a menetdiagramban előírt sebességértékek és a vonatok közötti minimális távolság betartásáról.

A berendezés hibája esetén a vonatokat kézi vezérléssel vezetik, de a megengedett legnagyobb sebességet a vezetőállásban levő műszer akkor is jelzi, és a megengedett sebesség túllépésekor hangjelzést ad. A rendszert kiegészíti egy automata készülék, mely megállítja a vonatot, ha a vezető rosszul lesz.

A szerelvények három szétválaszthatatlan kocsiból állnak (két motorkocsi közrefog egy pótkocsit). A szerelvény teljes hossza 54,37 méter. A kocsiszélesség nagyobb a szokásosnál: 2,89 méter, ami az utasok kényelmét szolgálja. Az önhordó kocsiszekrény alumínium ötvözetből készült, melyet külső felületén poliuretán festék fed.

Minden kocsin három 1,30 méter széles, eltolható ajtó van, ezeket minden állomáson automata vezérlés nyitja.

Mivel a kocsi gumiabroncson fut, mozgása igen csöndes. A kocsi padlómagassága mindig a peron fölött 5 centiméterrel helyezkedik el, amit a légrugózás és az automatikus beállítás állandóan biztosít.

A vontató motorok négypólusúak, önszellőzők, sorosan gerjesztettek, teljesítményük 217 kilowatt, vezérlésük tirisztoros megszakítóval történik. Ez a meghajtási mód és a rekuperációs villamosfék a csúcsidőben 20–30%-os energiamegtakarítást tesz lehetővé, és jelentősen csökkenti az alagutak hőterhelését (az indítás és fékezés nem jár hőleadással).

A három kocsiból álló vonat befogadóképessége 384 utas, ebből 160 az ülőhely. Az utastereket és a vezetőfülkét a legújabb ergonómiai követelmények szerint tervezték. A vezető rádió-kapcsolatban van a diszpécser-központtal és az utasokkal.

A központi javítóbázis a Lauerent-Bonnevay végállomástól keletre van és összterülete 10 ezer négyzetméter. A telepen a következő létesítmények találhatók:

- egy kocsiszín;
- egy külső mosásra szolgáló csarnok;
- kisebb felülvizsgálatokra szolgáló műhely;
- javító műhely a szakműhelyekkel, a nagyobb hibák elhárítására.

A metró reggel 5 órától éjfél után 1 óráig közlekedik. A követési időköz csúcsidőben 3, illetve 2,3 perc. Napközben a vonatsűrűség 6, illetve 5 perc.

A „C" (fogaskerekű) vonalon két motorkocsi jár.

Az indulás évében az „A" vonalon naponta 108 ezer utast szállítottak, ami négyszer annyi, mint az ezen az útvonalon korábban közlekedő autóbuszok teljesítménye. A három vonalon összesen 140 ezer volt a napi utazások száma.

A hálózat bővítése érdekében folyik a „C" vonal 1,3 kilométeres meghosszabbítása. Megkezdték a „D" vonal építését 8 kilométer hosszban, 10 állomással, a tervezett üzembehelyezés 1987.

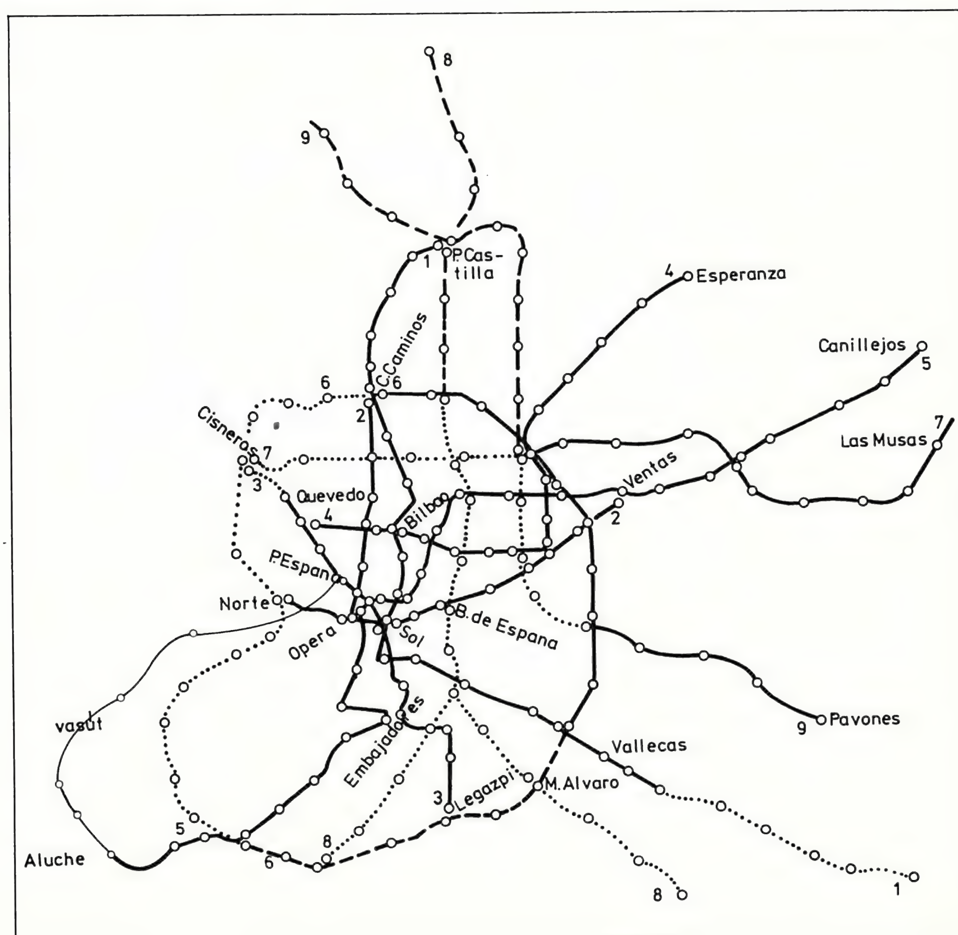
Madrid

A környezetével együtt 3,4 milliós spanyol főváros forgalma már évszázadunk első húsz évében nagy nehézségekkel küzdött. Több útvonalon a lovas kocsik áthaladása nehézkessé vált, torlódások keletkeztek, így a tömegközlekedés föld alá helyezése már akkor létkérdésként jelentkezett.

1917-ben a kormánytól a mérnökök egy csoportja megbízást kapott a Compania Metropolitano de Madrid név alatt egy metrótársaság létrehozására. Elsőként a 3,6 kilométer hosszú Puerta del Sol—Cuatro Caminos közötti vonalszakaszt építették ki, melyet már 1919. október 17-én üzembe helyeztek. Az első szakasz átütő sikere után a társaság saját építési részleget szervezett és ez végezte később az építési munkákat.

1925-ben az 1. vonal délkelet felé már Vallecas állomásig futott. A 2. vonal keleten Ventas-ig és északon Quevedo-ig, nyugat felé vezető elágazással Norte megállóig épült meg. Ez további 11,2 kilométer újabb vonalszakaszt jelentett.

Néhány nappal a polgárháború kitörése előtt 1936. július 18-án készült el a 3. vonal első vonalszakasza Puerta del Sol-tól Embajadores-ig. A forgalomnak 1936. augusztus 8-án adták át.



Madrid metróhálózata

A vonalhálózat hossza most már 20,6 kilométer volt. 1941-ben újra folytatták az építést, 1964-ben a metró vonalhossza már 33,33 kilométer volt. A hálózat ekkor 58 állomásból állt és végig alagútban vezetett. Az évi szállítási teljesítmény 456 millió utas volt. Az elővárosi vasút (Suburbano) 8,1 kilométer hosszú és a föld alatt elhelyezett Plaza Espana állomástól délnyugat irányba Aluche megállóig halad. Öt megállója van és évente körülbelül 18 millió utast szállít. Ez lesz később a 10. metróvonal.

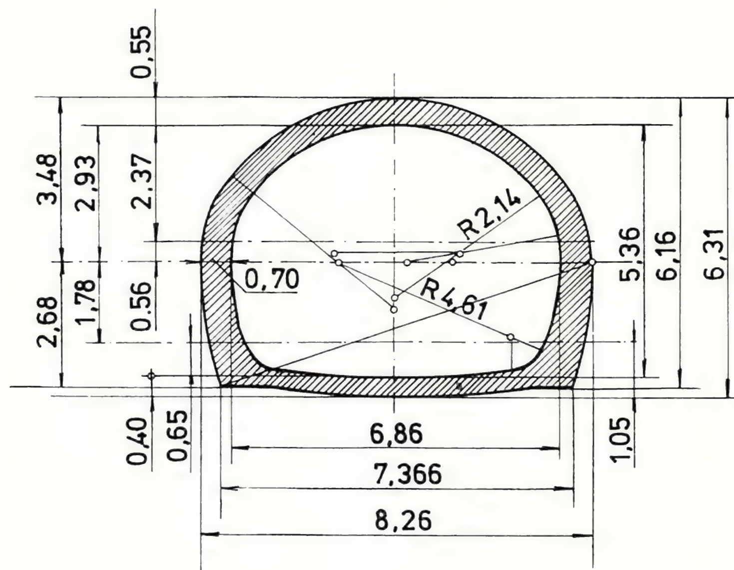
A vonalak továbbépítését azóta is folytatják. A hálózat ma 9 vonalból áll, 87 kilométer hosszal, 126 állomással. Az 1980. évben 1280 millió metró utas volt, ami az összes utazás (egyéni és tömegközlekedési) 30 százalékát teszi ki.

Az építés igen nagy ütemben halad. A terv egy 130 kilométeres hálózat kiépítése 10 vonalból.

A madridi metrón az utasforgalom, figyelembe véve a vonalszakaszok hosszát, rendkívül magas. Ezt kétségtelenül a csekély mélységben elhelyezkedő alagutakra és a sűrű megállókra lehet visszavezetni. Nincs közlekedési csúcsidő, a forgalom 7.30 órától 21.30 óráig gyakorlatilag azonos.

A peronhossz több helyen a szerelvények hosszát négykocsisra korlátozza. Az 1. vonalon azonban elkezdték bővíteni az állomáshosszt 60 méterről 90 méterre, hogy 6 kocsis szerelvények közlekedhessenek. Általában állomásonként két 4,26 méter széles szélsőperont alakítottak ki. Néhány állomáson és végállomáson azonban egy középső és egy szélső peron is van.

Rendszerint föld alatti elosztócsarnokokon keresztül lehet a peronokra jutni. A vonalmélység miatt ritkán kellett mozgólépcsőket alkalmazni. A Puerta del Sol állomáson, a város központjában, ahol az 1. vonal a 2. és 3 .vonal felett halad, a mélység 15 métert ér el, itt mozgólépcsőket építettek be.

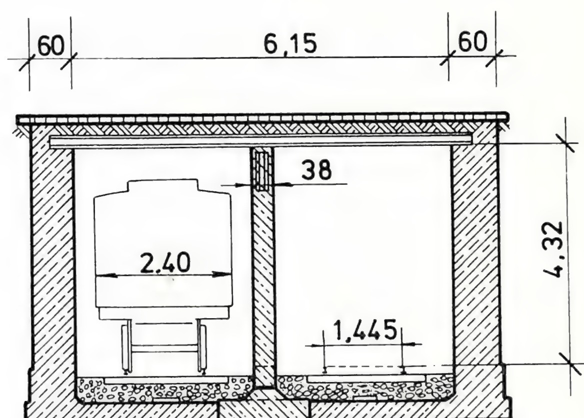


Kétvágányú bányászati módszerrel épített alagút betonból, Madridban

Ezeket a mozgólépcsőket lejtaknába helyezték el, melynek mennyezete bordázott és fénycső világítású. Mind a három vonalnak saját állomása van, melyeket széles átjárókkal kötöttek össze egymással és a felszínről a hét bejáraton keresztül kényelmesen elérhetők. A bejáratok a téren körben kiosztva helyezkednek el.

A peronokat hatszögletű lapokkal burkolták. A mennyezet az állomások körzetében kissé ívelt. A világítás fénycsöves. A falakat fényes csempével borították be. Minden állomáson egységes méretű hirdetési felületek vannak.

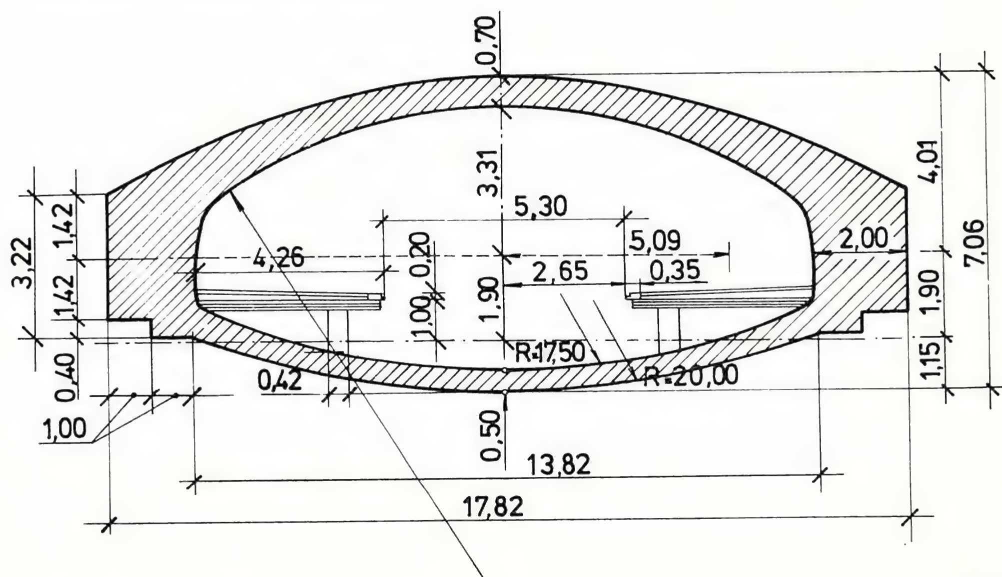
A metró első vonalának kialakításában a párizsi megoldásokat követték. A szokásosnál kisebb állomástávolságok (550 méter) is ennek felelnek meg. A vágányok mindig egy közös alagútban fekszenek. A nyitott építési mód, a boltozatos keresztszelvény jellemzi az alagutakat. Sok helyen épült lapos, boltíves állomás, úgynevezett párizsi szelvénnyel. A peronmagasság 1,0 méter. A legnagyobb emelkedő 50‰, a legkisebb ívsugár nem éri el a 90 métert.



Burkolat alatti oszlopos alagút, Madridban

Madrid alatt a talaj agyag- és homokréteget tartalmaz, amelyben az alagútépítés viszonylag egyszerű. Ahol az alagút kis mélységben vezet, négyszögletes keresztmetszetet alakítottak ki sík födémmel, betonból, acéltartókkal alátámasztva. Ezek az oldalfalra fekszenek fel és középen oszlopokkal is alátámasztottak.

Vannak háromperonos állomások is a Barcelonában kialakított elrendezés szerint, a nagy forgalmú állomásokon.



Oldalperonos boltozatos burkolat alatti állomás, Madridban

Az újabb vonalakat résfalas módszerrel, a mélyvezetésű szakaszokat úgynevezett belga eljárással építették az igen kedvező kemény agyagban. Az újabb vonalaknál az állomások távolsága lényegesen nagyobb (800 méter).

A szellőzés az alagút középső részén kiinduló szellőzőcsatornákon keresztül történik. A levegő a szellőzőcsatornákon keresztül a gyalogjárda alá kerül, a kivezetéseket öntöttvas rácsokkal látták el.

A nyomtáv 1435 milliméter. 18 méteres 45 kilogramm/méter tömegű vignol síneket fektettek le. A síneket rugalmas kötéssel erősítik le, és alátétlemez közvetítésével támaszkodnak a tölgy-, vagy kreosottal kezelt bükk talpfákra. Általában mindenütt zúzottkő ágyazatot használnak, kivéve az erős kanyarokat és az állomási körzeteket. Itt a sínt alátámasztó fa magánaljakat betonágyazatba helyezték.



Metrókocsi

A vasútbiztosító berendezésnél váltóáramú sínáramköröket használnak. Egy szakasz az állomás kijáratától a következő állomás kijáratáig tart. A szerelvény ezért az állomásról addig nem haladhat ki, míg az előttes vonat a következő állomást el nem hagyta. Nagyobb távolságoknál közbülső sínáramköröket és jelzőket helyeznek el.

A biztosító berendezés angol rendszerű. Talán ezért van itt balirányú közlekedés.

A vontatási áramot rézből készült felsővezeték biztosítja, amelyet szigetelőkkel az alagút födémjére függesztettek fel. A feszítő vezetékeket mindkét irányban 18 méterenként helyezték el. Egy vonatási tápkörzet hossza körülbelül 1 kilométer. A tápfeszültség 15 kilovoltos; ezt 600 voltos egyenáramra alakítják át.

A régebbi kocsipark motorkocsiból és pótkocsiból áll. Egy motorkocsi és egy pótkocsi fixen alkot egy vonategységet.

A kocsik acélkonstrukciójúak, mindkét oldalfal teherviselő. A kocsik hossza 14,30 méter, szélessége 2,40 méter. Mindkét oldalon négy ajtó van, ezek zárása előtt hangjelzés hallható. A kocsikban csak 36 ülőhely van, melyek a kocsik hossztengelyében üléstámlájukkal egymáshoz támaszkodva helyezkednek el. Az új kocsik 18 méter hosszúak és 2,8 méter szélesek, befogadóképességük 236 utas.

Az 1980. évben 708 kocsit üzemeltettek, amiből 346 darab 20 évnél régebbi.

Az 1981–83. években 130 darab korszerű (szaggatós) kocsit szereznek be.

Megkezdték a számítógéppel kiegészített automatikus vonatvezetési rendszer kiépítését. Sajátságos probléma, hogy a szakszervezet közbelépésére, foglalkoztatási okokból változatlanul meghagyták a segédvezetőt is.

Marseille

Franciaországban a második metrót 1977. november 26-án avatták fel, mintegy háromnegyed századdal a párizsi metró után. A 6 kilométer hosszú vonalat, mely 8 állomásával a város észak-keleti részét (La Rose) kötötte össze a városközpont közelében levő pályaudvarral (Saint-Charles), 1978 tavaszán déli irányba meghosszabbították, így az új metró már 9,2 kilométer hosszban, 12 állomással működik.

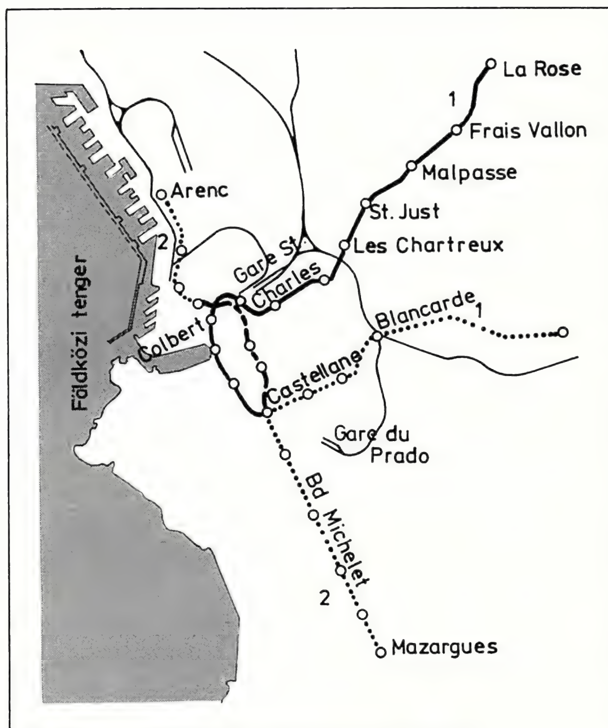
A tenger és a hegyek közé épült város, Marseille földrajzi fekvése, és a városi forgalom növekedése olyan helyzetet teremtett, hogy a közlekedés körülményei már semmiképpen sem feleltek meg a milliós város kívánalmainak.

Ezért a városi tanács már 1964-ben elhatározta, hogy egy két vonalból álló metróhálózatot kell építeni, és döntött a tervezések megkezdéséről is. A terv célja, hogy megkönnyítse a település központjába jutást, javítsa a kapcsolatot a központ és a népes külvárosok között, beleértve Marseille tervezett jövőbeni fejlesztési területeit is. A metrót úgy alakították ki, hogy megfelelő tömegközlekedési kapcsolatot biztosítson az államvasúti központi pályaudvarral is (Saint-Charles).

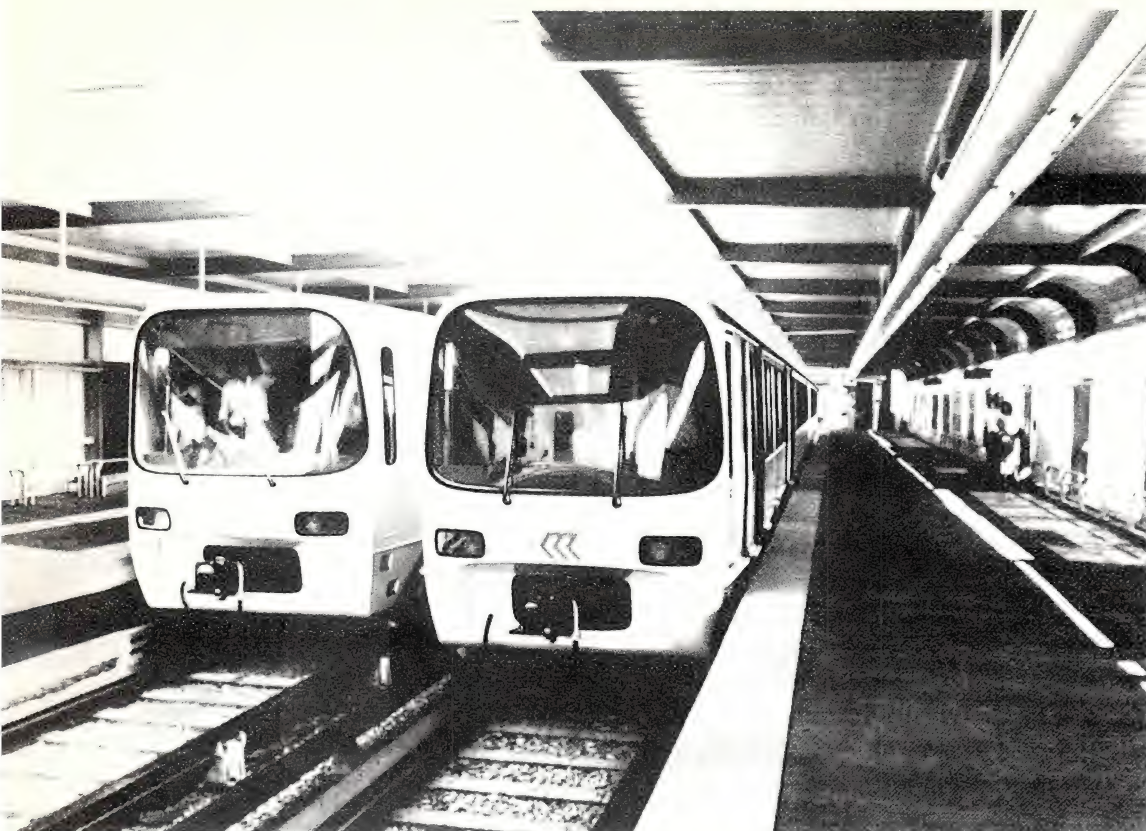
A metró építésére 1971 márciusában nemzetközi versenypályázatot hirdettek, az eredményt 1972 júliusában tették közzé, és a metró első vonalának építését 1973 augusztusában kezdték meg.

A Marseille észak-keleti részén helyezték el a metró karbantartási műhelyeit.

A vonal a felszínen indul egy 690 méter hosszú viadukton, amely zajcsillapító párkányfallal ellátott. Ezen helyezték el a La Rose végállomást. Ezt követi egy 320 méter zárt keret, amely a Frais Vallon állomáshoz csatlakozik. Ezután egy 1300 méter hosszú töltésen, az épülő autópálya tengelyében vezet tovább a vonal, a Mapasse állomásig. Ezt egy fedett 800 méter hosszú bevágás követi, a Saint-Just állomással.



Marseille metróhálózata



La Rose állomás

A továbbiakban a vonal 200 méternyire a Saint-Just állomás után végig föld alatt halad 6,0 kilométer hosszban. Ide tartozik:

– az egy alagutas szakasz, amelynél mindkét pálya egy alagútban fekszik a Chartreux állomással. Ennek a szakasznak a nyomvonala egyenes és eléggé hosszú főútvonal alatt vezet;

– a mélyvezetésű két külön alagútban elhelyezett pálya, amely épületek alatt vezet, 7 föld alatti állomással. A végállomás a Castellane állomásnál van, bejáratánál az alagutak ismét egyesülnek.

Noha a metró építkezése nem járt azzal, hogy épületet kellett volna bontani, mégis számos helyi városrendezési műveletet hajtottak végre a nyomvonal mentén. Így a La Rose állomás mellé autóbusz-állomás, irodaépület-csoport épült közszolgáltatási irodákkal, kulturális és kereskedelmi helyiségekkel. Egy autóbusz-garázs kitelepítésével nyert helyen telepítették a Saint-Just állomást és itt egyúttal átrendeztek egy nagyon sűrű városnegyedet is. A Saint-Charles állomás föld alatti építkezéseit az államvasutakkal együttműködve építették. A Colbert állomás az új Marseille központ átrendezésével sok munkát okozott, egy körülbelül 25 hektáros területen, ahol irodák, lakások, kereskedelmi létesítmények, szolgáltató üzemek, gyalogjáró-sétáló utcák és a metróhoz vezető utak vannak.

A 6 kilométer hosszú alagúti szakasz és a hozzá tartozó 7 állomás építésénél sokféle nehézség merült fel, ami abból adódott, hogy a talaj nagyon változó, magas a talajvíz, és a szűk utcák miatt az épületek alatt nagy mélységben kellett dolgozni.

A talaj változékonysága miatt váltogatni kellett az építési módokat, az alkalmazott gépi berendezéseket.

Az alagutakat bányászati módszerrel építették, különleges elővigyázatossággal, hogy elkerüljék a felszíni süllyedéseket. A földtani nehézségek miatt mégis több súlyos beomlás keletkezett. Négy omlás a felszínig terjedt.

Mivel az épületek alatt kellett építeni, a kisebb alagút keresztmetszetet választották a nyomvonal legnagyobb részén és nem egy közös alagútban, hanem külön alagutakban helyezték el a vasút pályáját. Ezen alagutak átmérője 4,84 méter. A kétpályás alagutak boltozatos kivitelűek, szélességük 7,63, az ívekben 8,13 méter.

Az alagutakban a pályát úgy alakították ki, hogy ha a szerelvény megáll az alagútban, az utasok a szerelvény mellett eltávozhassanak.

A legnagyobb lejtő 55‰-es és a legkisebb ívsugár 150 méter. A pálya az először Párizsban alkalmazott gumikerekes rendszernek megfelelően három részből áll:

– két acélsín, normál nyomtávval: 1435 milliméterrel, amely egyben a vontatási áram negatív pólusa és a vasútbiztosító jelzések hordozója. A sínpálya csak a hordozó gumiabroncsok meghibásodása esetén veszi át a jármű terhelését;

– két párhuzamos betonpálya, amelyek a síneken kívül vannak, a gumiabroncsos kerekek részére, ezek tengelytávja 2 méter;

– két vezetősín 2,50 méteres távközre szögvasból, a pályán belül szigetelt tartókon elhelyezve. Ez biztosítja az oldalirányú vezetést és egyben a vontatási áramellátást is.

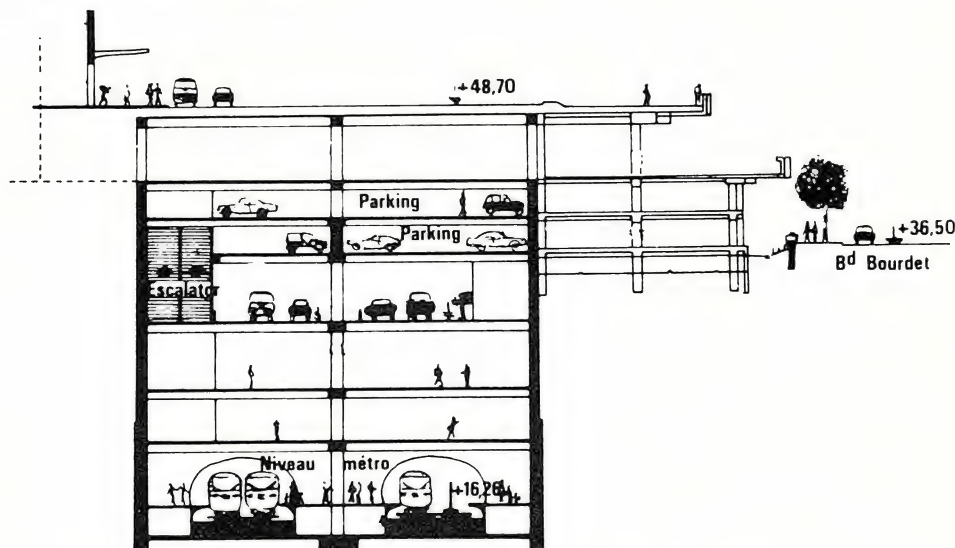
A föld alatt a pályát betonalapon, beton kereszttartókra fektették, a felszíni szakaszokban kavicságyon azobé fából készült talpfákon (ez igen tartós faanyag) helyezték el.

A Saint-Charles állomásnál van az energiaelosztó központ, ahová 20 kilovolt 50 Hz-es áram érkezik az elektromos művek állomásáról. Innen osztják szét az áramot az egyenirányító alállomásokra, áramközpontokba.

A 750 voltos egyenáramú vontatási áramot 4 egyenirányító központ osztja el, ezek működése teljesen automatikus. A világítási áramot (220–230 volt) 13 transzformátor szolgáltatja, ezeket az állomásokon helyezték el.

A vontató áram megszakítóinak vezérlését az energiaelosztó központ végzi.

A szerelvények dugattyúhatásából adódó természetes szellőzést 17 nagy teljesítményű ventillátor fokozza.



Két vonal közös peronú mélyállomása, fölötte gyalogos és közúti aluljáró, valamint parkolóház, Saint-Charles állomáson

A földalatti elkerülhetetlen vízszivárgásai ellen 33 vízátemelő állomást létesítettek, részben az állomásokon, részben az alagutak mélyebb pontjain.

Az állomásokon mindenütt 70 méteres a peronhossz. Hat állomáson középperon, hat állomáson pedig szélső peron van.

A nyolc földalatti állomáson a peronszinten kívül van még egy bejárati és jegyadási szint és egy harmadik szint a műszaki helyiségek számára.

Mozgólépcső 11 állomáson van, összesen 45 darab, amelyeket az állomás irodáiból ellenőriznek ipari televízióval. A lépcső sebessége 0,60 méter/másodperc.

A 12 állomást kilenc építész tervezte, az egyszerűség és egyöntetűség érdekében szabványosított elemekkel. Ilyen elemek:

- egy henger alakú világító „boa" alumíniumból, amelyben a fénycsövet és a távközlési kábeleket helyezték el;
- a zománcozott fémlemezből készített falburkoló elemek, ezek szabványos leszerelhető elemekből állnak (2,10 méter magasak) és magukba foglalják a jelzéseket, bútorokat és a hivatalos hirdetményeket;
- az 54 milliméter átmérőjű rozsdamentes csövek, ezekből készültek a korlátok, a székek tartóállványai, folyósokon az utasokat elválasztó korlát.

Minden állomáson valamilyen uralkodó színt használtak, így a végállomásról elindulva az állomások színváltozása követi a nap-spektrumot: rózsaszín van a La Rose végállomáson és ibolyaszín az ellenkező végállomáson. Van egy állandó szín is, amelyik valamennyi állomáson megtalálható: a fehér. A földalatti állomásokon a falak felső részét és a boltozatokat semlegesen sötét, mattszínűre festették.

A reklámtáblák az állomásokon kivilágítottak, ezekkel is növelik a fénycsíkok fényerejét.

A közönség hangos információt is kaphat, amennyiben valami zavar lép fel. Minden peronon van egy, az utasok által használható telefonkészülék: ezzel értesíthetik az állomási ügyeletest. Ugyancsak az utasok működtethetnek egy vészkikapcsolót, amely a vontató áramot kapcsolja ki.

Minden állomáson van jegyosztó automata és automata forgóajtós belépésellenőrzés.

A pályán nincs hagyományos biztosítóberendezés, ezt az automatikus sebességellenőrzési rendszer helyettesíti.

Háromféle vonatvezetési mód alkalmazható a szerelvényeken:

- automatikus vonatvezetés,
- automatikusan ellenőrzött kézi vezetés,
- szabad kézi vezetés.

Az automatikus vonatvezetést általában csak csúcsidőben alkalmazzák.

A végállomásokon és a remiz területén a vonatvezetés mindig kézi. Hogy a kocsivezetők ne szokjanak el a vezetéstől, a kisebb forgalmú időszakokban és amennyiben a forgalomszabályozás lehetővé teszi, a kézi vezetést alkalmazzák. De ilyenkor is automatikus biztonsági ellenőrzés alatt áll a vezetés. A szabad kézi vezetés a forgalomban csak kivételes esetekben engedélyezett, amikor az automatikus vonatvezetési berendezés elromlik.

A pálya felszereléséhez tartoznak a célfékező berendezések, amelyeket az állomáson levő generátor táplál 30 kHz frekvenciával. A menetirány-programok 20 kHz frekvenciával működnek, a kocsiajtó működtető programok 4 kHz modulált frekvenciával vezéreltek.

A forgalom vezetését és ellenőrzését egy vezérlőközpontban intézik, ez a Saint-Charles állomáson működik. Egy optikai táblán jelzőlámpák teszik lehetővé az ellenőr számára a szerelvények azonosítását és a jelzések ellenőrzését. A forgalom szabályozását rendes körülmények között egy számítógépre bízzák, amely automatikusan szabályozza a menetrendet, és bizonyos számú tájékoztatást is kiír. A központnak van egy folyamatos nagyfrekvenciájú rádió-telefon összeköttetése a kocsivezetőkkel. Ugyanitt van az erősáramú áramelosztás sematikus táblája is.

A metrószerelvény három kocsiból áll, ebből kettő motorkocsi, a közbülső pótkocsi. A motorkocsi teljes hossza 16,5 m, a szélessége 2,60 méter.

Az alumínium ötvözetből készült kocsiszekrény hengerelt idomdarabok és lemezek hegesztett szerkezete. A motorkocsik eleje és a belső borítások üvegszállal erősített poliészterből vannak.

Minden kocsin elektro-pneumatikus vezérlésű három tolóajtó van. Teljes nyílásuk 1,30 méter, a kocsi padlószintje 15 centiméterrel magasabb a peronszintnél.

A kocsiablakok réteges, fényvisszaverő üvegből készültek. Ez az ablaküveg 50%-os fényvédelmet nyújt és 30%-kal csökkenti a hőenergia-átvitelt. A mennyezet könnyűfémből készült, hálós szerkezet. A padló tűzmentes fa furnérlemezből készült, gumilemez borítással.

Az üléseket keresztben helyezték el. 44 ülés van a motorkocsikon és 48 a pótkocsikon. Egy kocsi teljes befogadóképessége – ha négy álló személyt veszünk egy négyzetméterre – 120 utas.

A gumiabroncsos kerekeket azért választották, mert ez a megoldás jól alkalmazkodik a marseille-i domborzat nagy lejtőihez és emellett csökkenti a zajt is a vonalmenti lakóépületekben. A kocsi vezetését függőleges tengelyű, ugyancsak gumiabroncsos kerekek biztosítják. A kerékfelfüggesztés a gumi- és levegőrugózás kombinációja. A padlómagasság beállítása automatikusan történik.

A motorkocsikon négy motor van, mindegyik 129 kilowatt teljesítményű. A négy motort mindig sorosan kapcsolják az indulásnál.

A rekuperációs elektromos fékezést pneumatikus fékek egészítik ki tűzmentesített fából készült féktuskókkal. Az elektromos fék akkor működik, ha gyenge fékhatásra van szükség. Az erősebb fékezésnél a pneumatikus rásegítés társul. Amennyiben az elektromos rendszer elromlik, a pneumatikus fék lép működésbe.

A kocsiban van egy belső távbeszélő készülék, amely lehetővé teszi, hogy az utasok beszélni tudjanak a kocsivezetővel.

A metró reggel öt órakor indul és éjfélig jár.

Csúcsidőben a vonatok 3 percenként közlekednek, ami azt jelenti, hogy óránként 7 ezer utast szállítanak irányonként. A kisebb forgalmú napszakban a vonatsűrűség 5 percre csökken és az esti órákban 10 percenként érkezik a szerelvény egy-egy állomásra. Azt tervezik, hogy az időközt 90 másodpercre csökkentik és így 14 ezer utast lehet szállítani óránként. Távlati tervek szerint a szerelvényeket négy kocsiból fogják összeállítani. Ez lehetővé teszi 18 ezer utas szállítását óránként.

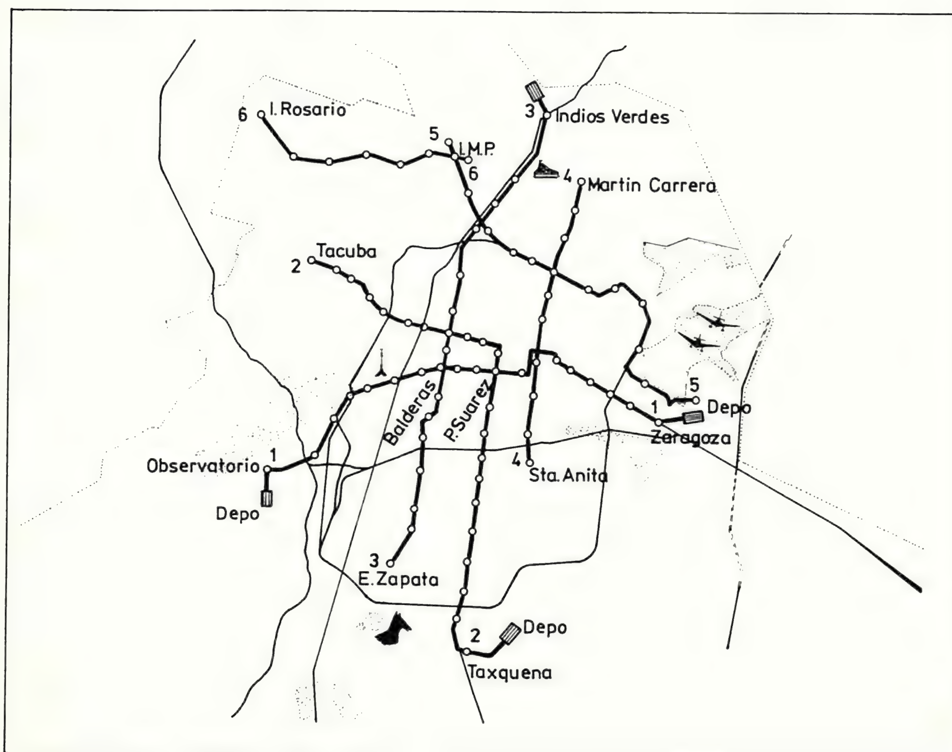
A második metróvonal építését 1969-ben határozták el. Ez az észak–dél irányú vonal érinti az első metróvonal két állomását (St.-Charles és Castellane). Jelenleg 9 kilométer hosszban folyik az építése, a kétvonalas hálózat hossza 18,2 kilométer lesz.

Mexico City

A városnak 8,5 millió, a vonzáskörzettel együtt 12 millió lakosa van, és azzal számolnak, hogy a lakosság 2000-re eléri a 26 milliót. A város méretei is rendkívüliek, kiterjedése észak–déli irányban 60 kilométer – kelet–nyugati irányban pedig 40 km. A városban 1950-ben 55 ezer személygépkocsi volt, ma több mint 4 millió.

A lakosság száma és a méretek egyaránt indokolták a metróhálózat építését. Ezt azonban elsősorban a rendkívül kedvezőtlen talajviszonyok (a város egy kiszáradt tóra épült) miatt sokáig nem kezdték meg. Az újabb építési eljárások ismeretében a 60-as években indult meg a tervezés és 1966-ban döntöttek véglegesen. Maga az építés 1967 júniusában indult. A rossz talajviszonyok miatt az alagutak szinte mindenütt kéregvezetésűek, résfalas eljárással épültek. Néhány helyen, ahol a beépítettség miatt elkerülhetetlen volt, pajzsos alagútépítést is alkalmaztak, de a mélység itt is csak maximum 16 méter.

A magasvezetésű szakaszokat 5,5 méter magas, 35 méteres pillérkiosztású, előfeszített gerendákból állították elő.



Mexico City metróhálózata

Az első, 11,5 kilométer hosszú, 16 állomásos vonalszakaszt 1969. szeptember 6-án avatták fel. Nem egészen egy év múlva elkészült a 2. vonal 9,5 kilométeres szakasza, amit újabb egy év után 7,9 kilométerrel meghosszabbítottak. A 3. vonal első 5 kilométeres szakaszát 1970 novemberében adták át, majd 1972-ben az 1. vonal újabb 3,5 kilométeres meghosszabbításával a teljes 3 vonalas hálózat 41 kilométer hosszú volt, 48 állomással. Az építési sebesség rekordnak számít, hiszen 40 hónap alatt épült 41 kilométer vonal.

A hálózatépítés második nagy szakasza 1977 augusztusában kezdődött és a 3. vonal mindkét irányú meghosszabbítását (összesen 9 kilométer), a 4. vonal építését (11 kilométer) és az 5., 6. és 7. vonal építését (35 kilométer) tartalmazza. A teljes tervezett hálózathossz 110 km 105 állomással. A napi utasszám 3,2 millió.

A tervezés és építés során a párizsi metró jelentősen közreműködött, így a pályát is gumikerekes kocsikra tervezték.

A gumikerekek nyomtávja 1995 milliméter, a pálya maximális lejtése 70 ezrelék, a legkisebb ívsugár 105 méter.

Az állomások egységesen 150 méter hosszú, oldalperonos elrendezésűek. Érdekes a vágányok alatti aluljárók építése. A peronokról felfelé mozgólépcsőn lehet a felszínre jutni.

Különös gonddal kellett megtervezni az utastájékoztatást, hiszen a lakosság jelentős része írástudatlan.



Metrószerelvény

A vonalakat színekkel, az állomásokat jellegzetes szimbólumokkal különböztetik meg.

A minden részében korszerű metróval szemben csak a klímaviszonyok miatt lehet kifogás, ez a nyári hőségben szinte elviselhetetlen.

A vontatási feszültség 750 voltos egyenáram, oldalsó csúszóérintkezőkről táplálva.

A kocsik 16,5 méter hosszúak és 2,5 méter szélesek, befogadóképességük 170 utas. Három kocsi (2 motor és egy közbenső pót) alkot egy egységet. A vonat 9 kocsiból áll. Összesen 1539 kocsit járatnak.

A vonatforgalom ellenőrzését és irányítását számítógépes automatikus vonatvezetési rendszer végzi.

A vonatok legkisebb követési ideje 125 másodperc, de az automatikus vonatvezetési rendszer 100 másodpercre is csökkentheti ezt az időt.

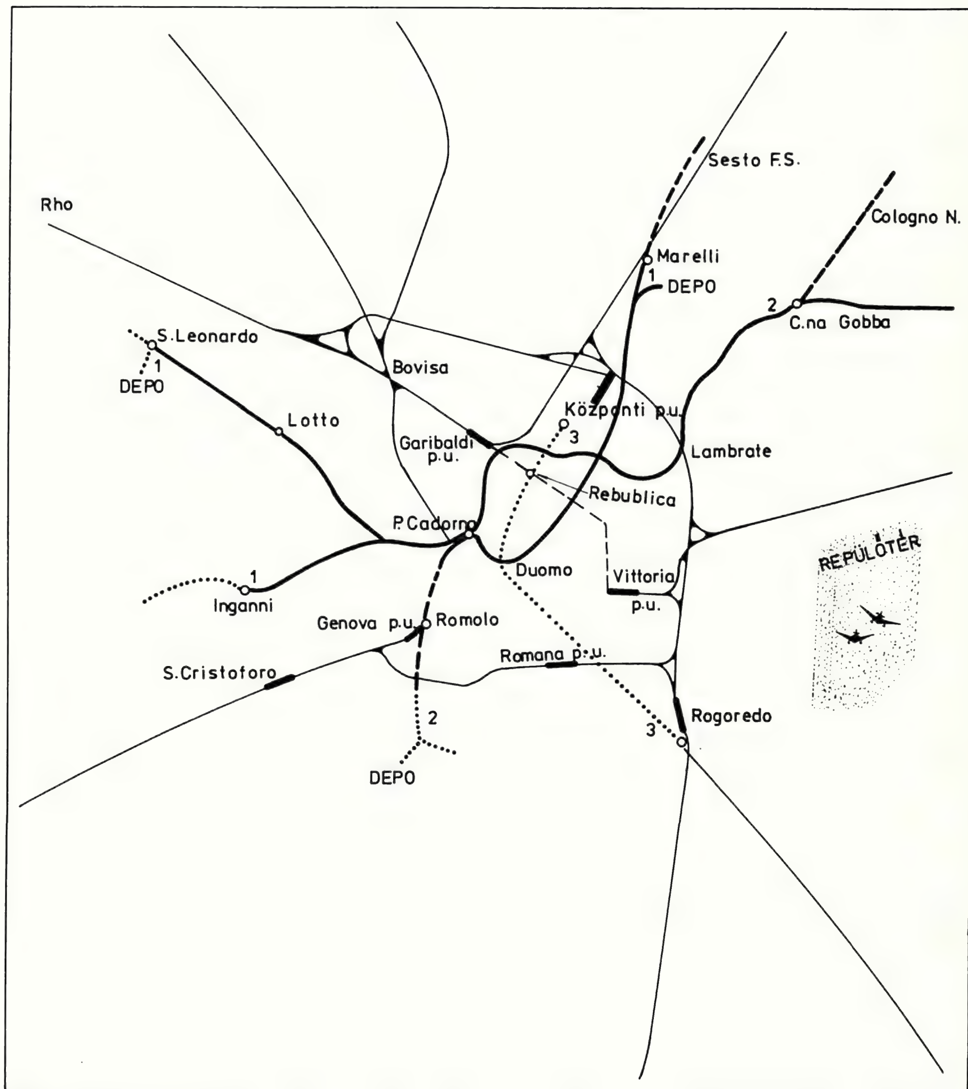
Az utasszám 1980-ban elérte a napi 4 milliót. Ez a város összes utasszámának 33 százalékát teszi ki.

A becslések szerint nagy távlatokban 500 kilométeres metróhálózat megépítésére volna szükség.

Milánó

Olaszország legnagyobb ipari városa, Lombardia fővárosa, Észak-Olaszország közlekedési csomópontja a 182 négyzetkilométer kiterjedésű, mintegy 1,8 millió lakosú Milánó.

A városkörnyékkel együtt a lakosság száma 4,7 millió és a napi ingázók száma meghaladja a félmilliót.



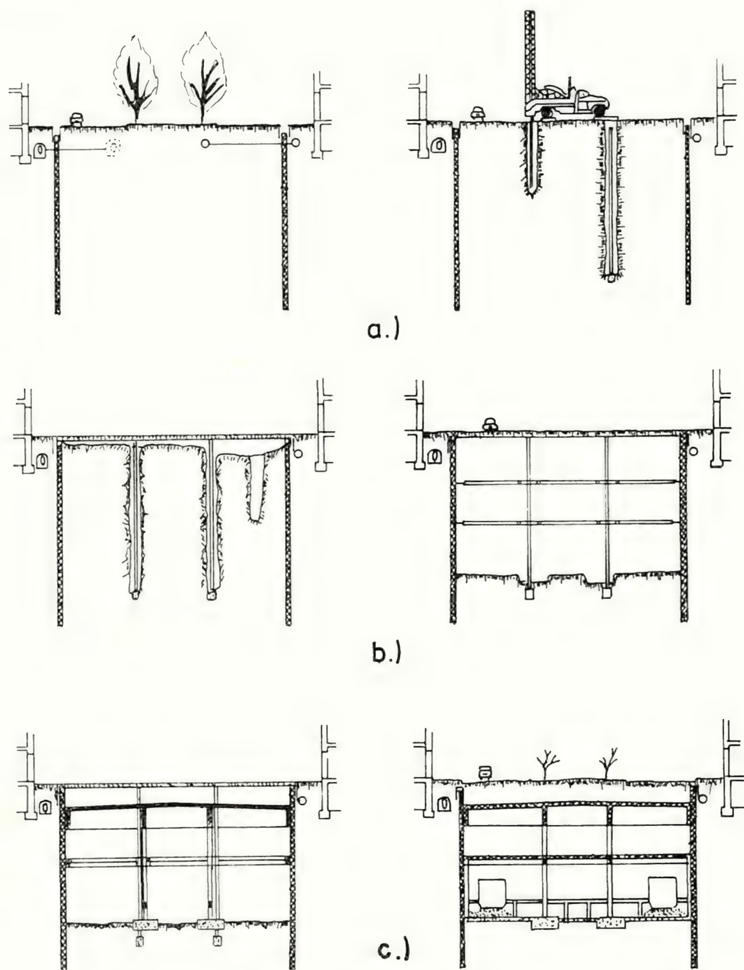
Milánó metróhálózata

Ezekkel az adottságokkal függ össze, hogy a metróhálózat kialakításának, a vonalvezetés tervezésének fő szempontjai a következők:

- a nagyvasúti közlekedési kapcsolatok biztosítása;
- a felszíni tömegközlekedési kapcsolatok biztosítása;
- a sűrűn lakott elővárosi körzetek elérése;
- az elöregedett belső városrészek közlekedési szolgáltatásának javításával a lakosság eláramlásának csökkentése;
- a felszíni közlekedés racionalizálása.

A városban 1964-ben adták át az első metróvonalat a Marelli és Lotto állomások között, mintegy 12 kilométer hosszban, 21 állomással. Azóta a hálózat jelentősen bővült.

A milánói metróhálózat ma két vonalból áll, forgalmi hossza 38,5 kilométer, 52 állomással.



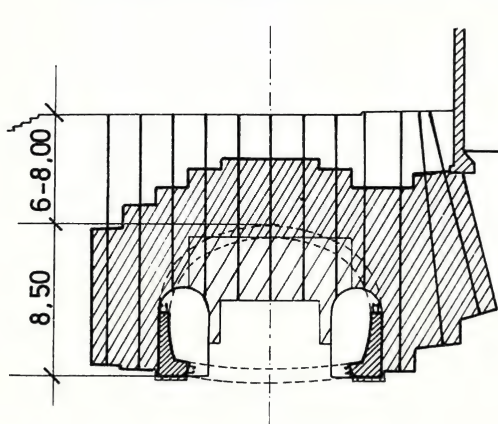
Résfalas szerkezet építése, Milánóban
a) résfalak lemélyítése
b) a födém építése és földkitermelés
c) közbenső födémek és egyéb szerkezetek megépítése

A metróvonalak mélységi elhelyezkedésére a kéreg alatti vezetés a jellemző (a legmélyebb alagút 16 m). A kiépítési hossz 25 százaléka felszíni, 65 százaléka felszín alatti és 10% magas (töltés, viadukt) fekvésű. Az állomásokat általában nyitott módszerrel, az alagutakat réselési eljárással és pajzzsal építik.

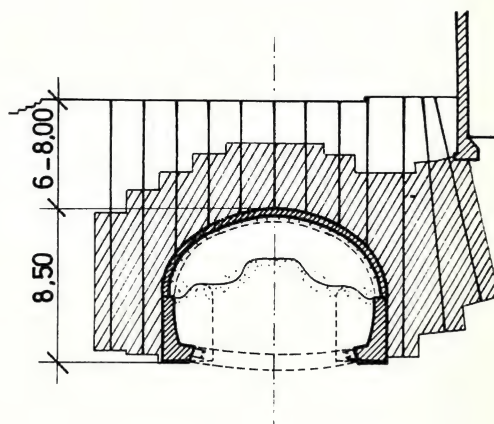
(Itt érdemes megjegyezni, hogy milánói viszonyok között a bányászati módszerrel épített alagutak 100 százalékkal drágábbak, mint amelyek kívülről, nyitott építéssel – résfalas módszerrel – készültek.)

A vonatok az 1964. évi típusokkal kétkocsis egységekből (M+M), az 1972. és 1975. évi típusokkal háromkocsis (M+P+M) egységekből épülnek fel, ahol középen pótkocsikat állítanak be. A peronhosszak (106 méter) legfeljebb hatkocsis szerelvények közlekedését teszik lehetővé.

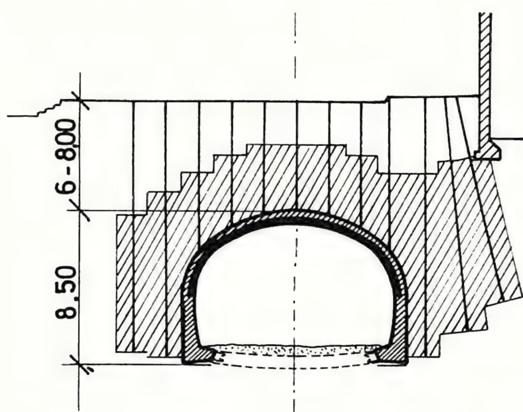
Kétvágányú alagútépítés bányászati módszerrel



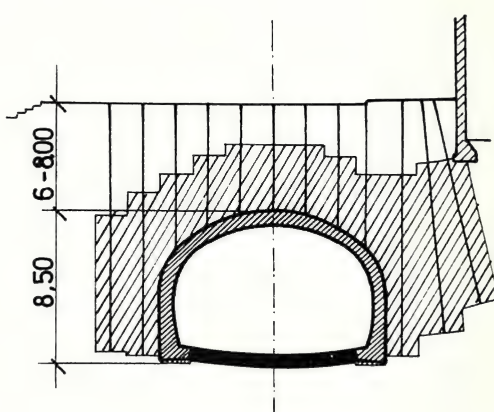
a) az oldalfalak építése



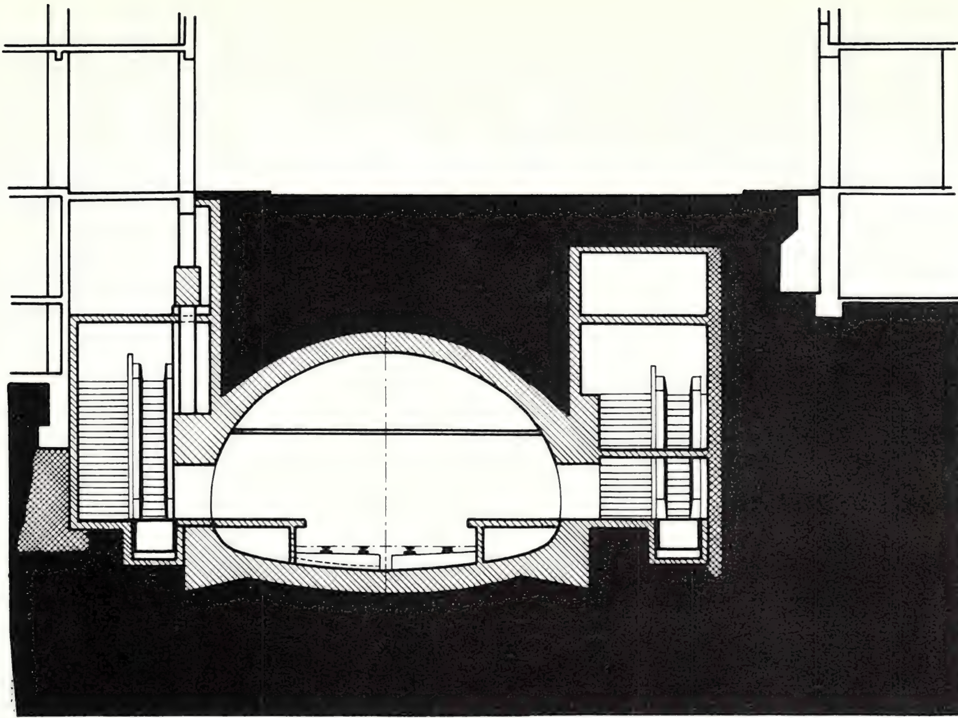
b) a boltozat beépítése kémiai talajszilárdítás védelmében



c) a belső talajmag kibontása



d) a fenékboltozat elkészítése



A mélyfekvésű Moszkva állomás keresztmetszete

Az 1. vonalon közlekedő vonatok harmadik sínes betáplálásúak (750 voltos egyenáram) és az áramot a kóboráramok csökkentésére nem a futósínen, hanem a két futósín közötti negyedik, szigetelt sínen vezetik vissza. A 2. vonalon felsővezetékes (1500 voltos egyenáram) betáplálás van, futósínen történő visszavezetéssel. (A felsővezetékes rendszer alkalmazását a felszíni vezetésű szakaszok nagy hossza indokolja.)

A hajtómotorok hosszirányú elrendezésűek. A régi típusúak tartós teljesítménye 90 kilowatt, az újaké 135 kilowatt.

A kocsik primér rugózása „Megi" gumirugó, a szekunder rugó: légrugó.

A legújabb kocsik szekrénye extrudált profilokból hegesztett alumínium vázszerkezet, festés nélküli alumínium borítással, ami jelentős súlycsökkenést eredményezett.

Az áramellátást a 23 kilovoltos 50 Hz frekvenciájú városi hálózat táplálja.

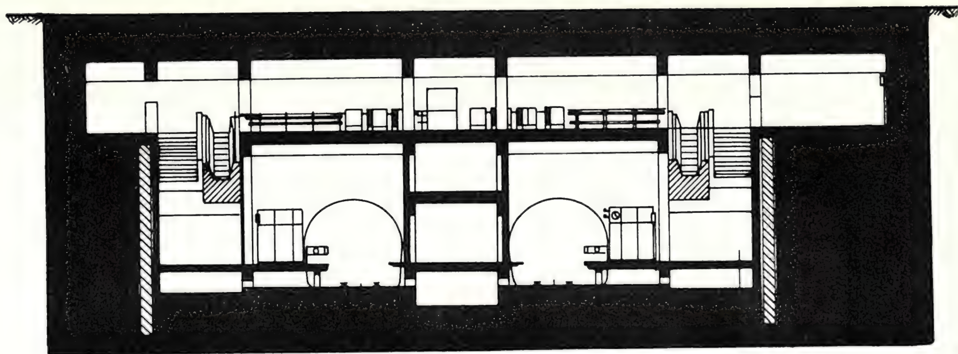
A segédüzem részére a táppontokon elhelyezett 23/9 kilovoltos 1000 kilovoltamper teljesítményű transzformátorokról vett feszültséget az alagútban vezetett kábelen viszik az állomási 9/0,4 kilovoltos 100 kilovoltamperes segédüzemi transzformátorokhoz.

A vontatási áramot 23/1,5 kilovoltos 3000 kilovoltamperes névleges teljesítményű transzformátorok és 2000 amper névleges áramú szilíciumdiódás egyenirányítók állítják elő.

Az energiaellátási rendszert egy központból távvezérlik.

A szükség-áramellátásról 52 kilovoltamperes dízel aggregátok gondoskodnak.

A vasútbiztosító berendezés kódolt sínáramkörös rendszerű. A szigetelt sínszakaszok hossza általában 200 méter.



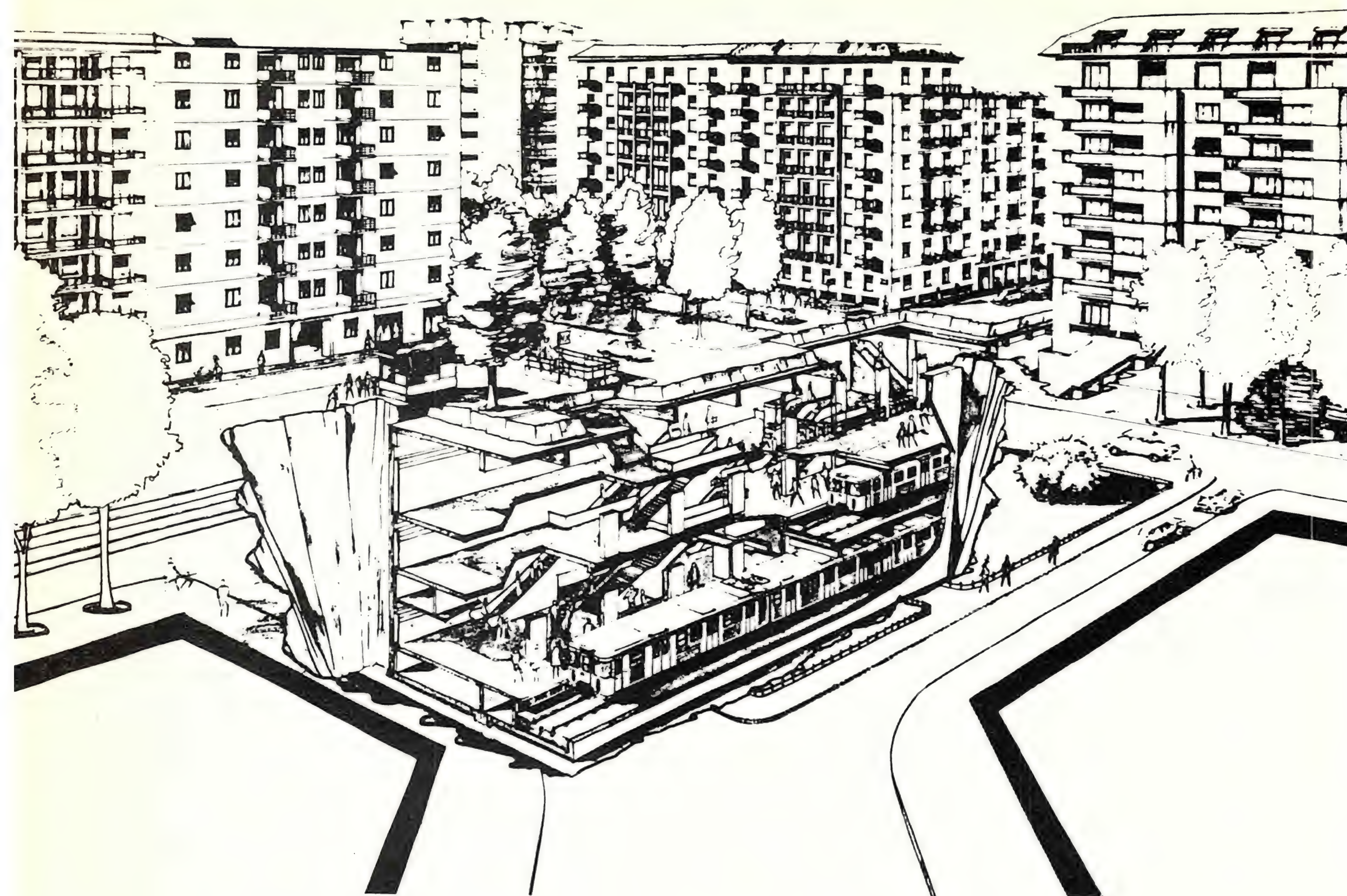
Burkolat alatti állomás keresztmetszete



Metrószerelvények

Minden motorkocsi vezetőállásában megjelenik a sátorjelző berendezésen az előzetes jelző állása is. A berendezés 90 másodperces vonatkövetést tesz lehetővé.

A vasúti pálya szempontjából legérdekesebb a 2. vonal legújabb szakasza, ahol a hagyományos vasbeton aljak helyett üvegszállal erősített poliuretán „talpfákat" használnak, a bécsi megoldás szerint habszivacs rétegbe ágyazva.



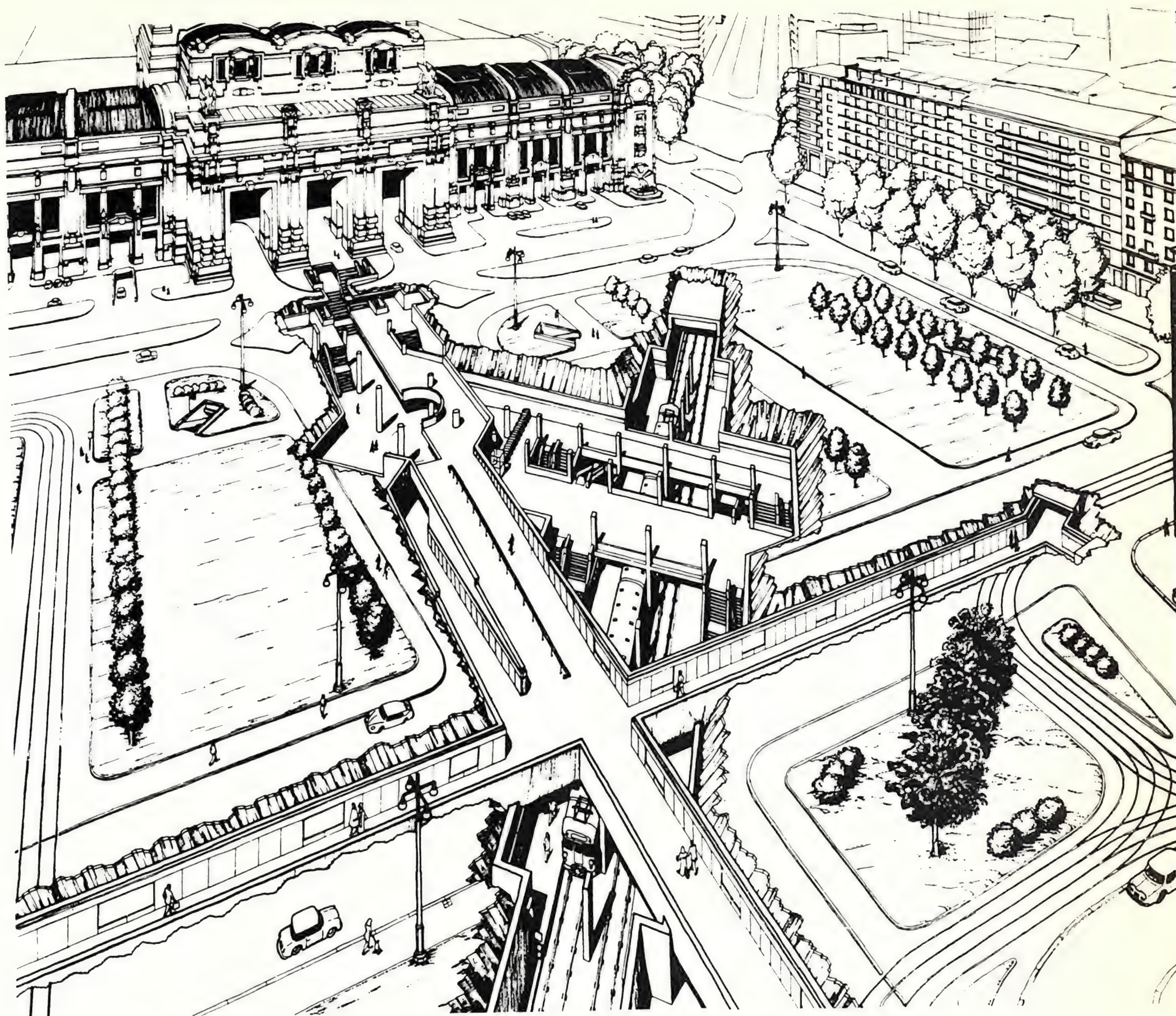
S. Agostino állomás kapcsolatai

A megoldás célja, hogy a kocsi és pálya kölcsönhatásából keletkező rezgéseket – különösen a környezet szempontjából leginkább érzékelhető alacsonyfrekvenciájú rezgéseket – kiküszöböljék. Ennek a kis mélységben való vezetés, az épületalapok és az alagútfalazat közelsége miatt különös jelentőséget tulajdonítanak.

Valamennyi felszín alatti állomáson mozgólépcsőket építettek be, a kis mélység miatt általában csak felfelé haladókat. A lépcsőket kontakt-szőnyeg indítja, hajlásszögük 30–35°, szélességük 1 méter, sebességük 0,5–0,65 méter/másodperc. Érdekesség, hogy néhány állomáson csak egyetlen mozgólépcső van. Több helyen 3 méter körüli emelőmagasságú lépcsőt is beépítettek. A legnagyobb emelőmagasság 8,5 méter.

Az állomások építészeti kialakítására a puritán egyszerűség jellemző. A legritkábban alkalmaznak nemes burkolóanyagot, vagy a födémszerkezetet eltakaró álmennyezetet. A padozat gumi borítású. Az oldalfalakat, ahol utasforgalom van, műanyag, vagy műkő borítja, ahol nincs utasforgalom, ott a falak, illetve az állomások és aluljárók födémei csak műanyag festést kaptak.

A megvilágítást 65 watt teljesítményű szabadon szerelt fénycsövekből kialakított világítótestek adják. Az átlagos megvilágítás 120 lux.



Centrale állomás elrendezése és gyalogos kapcsolatai a főpályaudvarhoz

Mindkét vonalon van kocsiszín, de javítási munkákat csak a 2. vonalon levő kocsiszínben végeznek. (Azért, hogy az üzemszerűen a harmadik sínről táplált 1. vonali kocsik át tudjanak menni a felsővezetékes 2. vonalra, mindegyiken egy kisebb pantográf felsőáramszedő is van.)

A hálózatbővítés keretében építik az 1. vonal északi irányú 2,2 kilométeres meghosszabbítását, Sesto San Giovanni külváros irányába.

Folyik a munka a 2. vonal Cadorna állomásától délre egy 2,9 kilométer hosszú szakaszon és megkezdték a 3. vonal építését a Centrale pályaudvar, Scala, Duomo, Romana pályaudvar, Rogoredo pályaudvar közötti 9 kilométeres, 13 állomásos szakaszán. A 3. vonal a Republica téren keresztezi a Vittoria és Garibaldi vasútállomásokat összekötő földalatti vonalat.

Az épülő 14,1 kilométeres és a még tervezés stádiumában levő 4 kilométeres bővítéssel a hálózat hossza 53,3 kilométer lesz, összesen 95 állomással.

Előregyártott szerkezetből épített, kis mélységben vezetett alagút

Felszíni állomás építése, előregyártott vasbeton elemekből



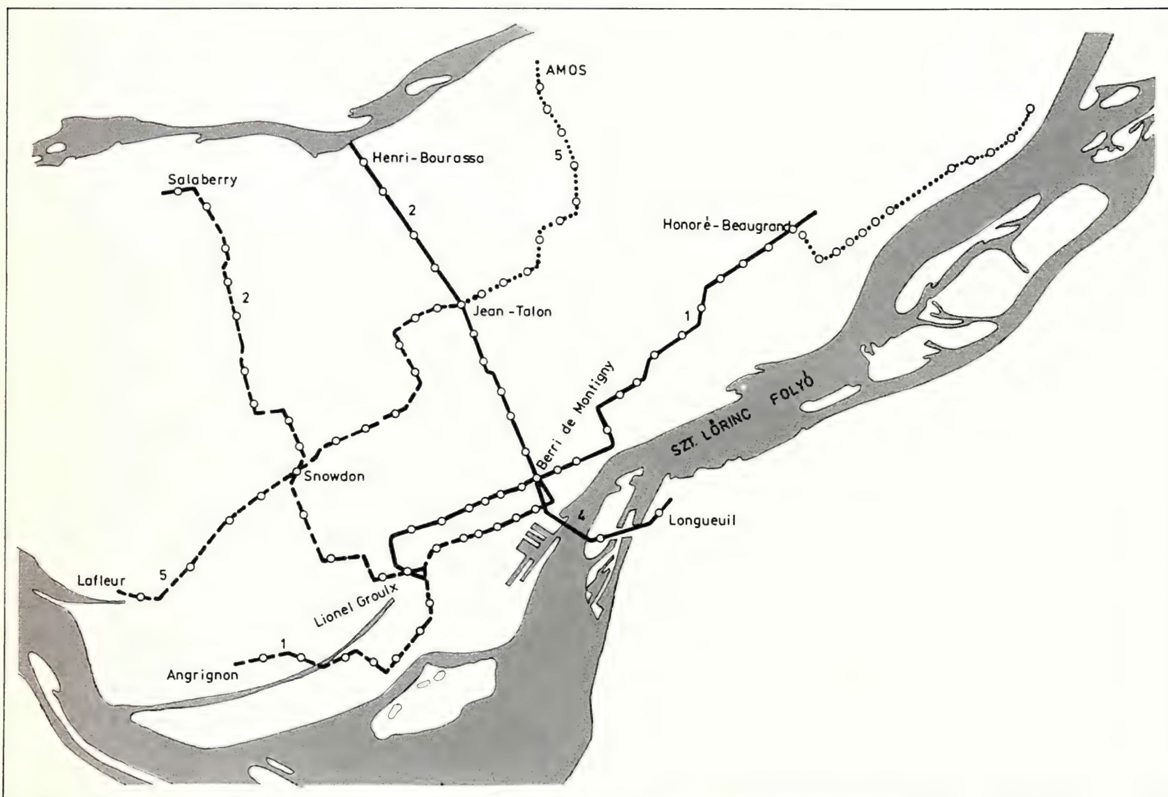
Állomás forgalmi ügyelete Milánóban

Montreal

A város 1610-ben jött létre, mint prémvadász állomás, a Szt. Lőrinc folyó egy nagyobb (Montreal) és két kisebb (Szt. Helén és Notre Dame) szigetén. A város központja a folyó déli ága és a szigeten levő 230 méter magas Mount Royal hegy között terül el. A Nagy-Montrealnak nevezett teljes városi övezet lakossága 2,9 millió.

A belső városmag gyors fejlődése, a természeti adottságok (szélsőséges időjárás, domborzati viszonyok, folyók) egyre nehezebbé tették a közlekedés lebonyolítását a meglevő felszíni közlekedési hálózaton.

A metróépítés megkezdésére több mint húsz évvel az első javaslat megszületése után, 1961-ben került sor, amikor a város 132 millió dollárt szavazott meg egy 16 kilométeres hálózat megépítésére.



Montreal metróhálózata



Burkolat alatti állomás Montrealban

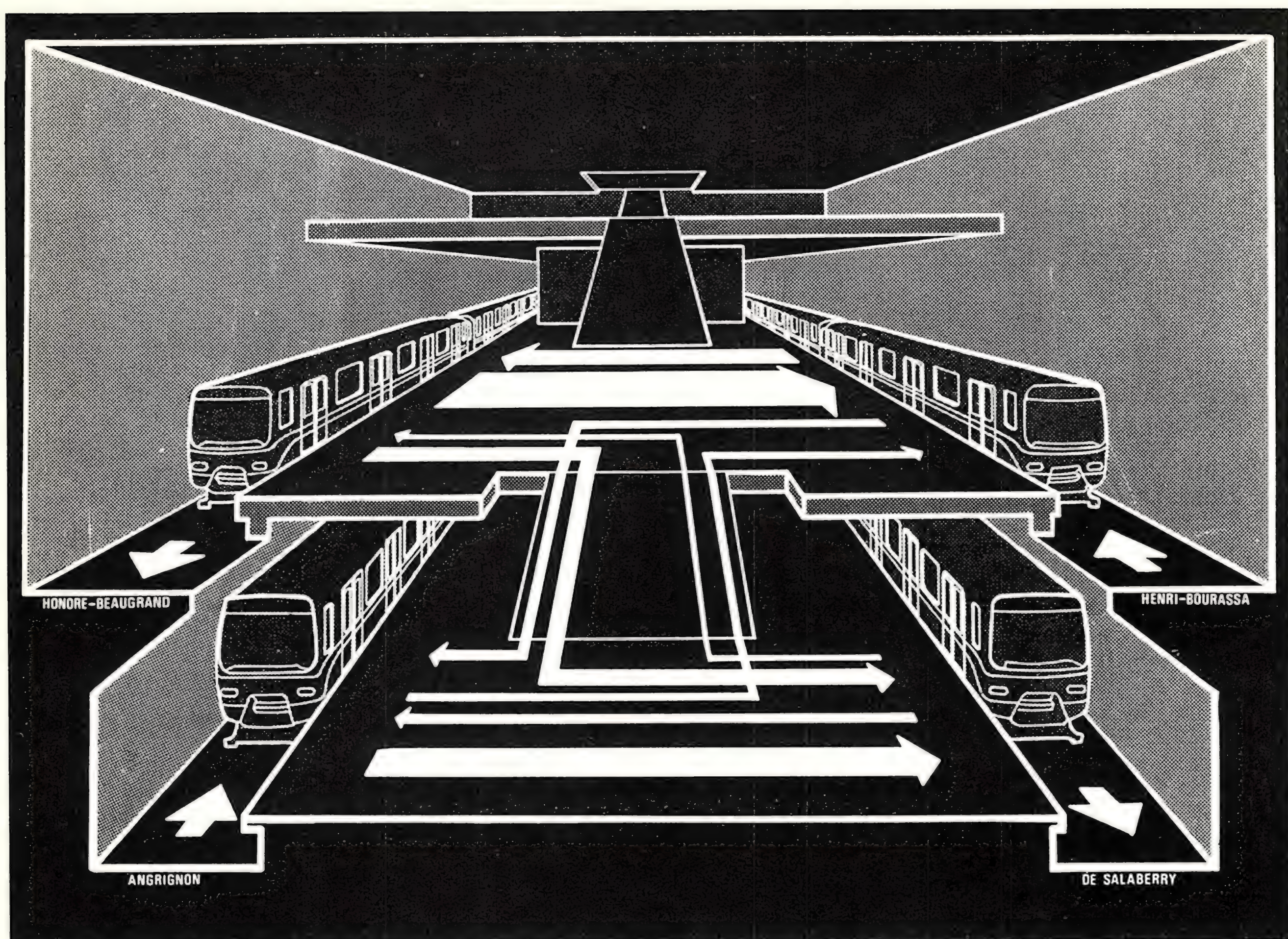
Ezután 1963-ban véglegesítették a hálózat első ütemének tervét, amely már három vonalat tartalmazott, összesen 36 kilométer hosszúsággal:

- az 1. vonalat délnyugat-északkelet irányban,
- a 2. vonalat észak–dél irányban,
- és a 4. vonalat a szigetek és a kikötő összekötésére.

Az első üzembehelyezés során 1966. október 17-én az 1. vonalból 6,9 kilométert, a 2. vonalból 19 kilométert adtak át a forgalomnak. A 4. vonal üzembehelyezésére 1967 májusában került sor, a világkiállítás megnyitása alkalmából. Ez az 5 kilométer hosszú új vonal kötötte össze a várost a folyó alatt az EXPO színhelyéül szolgáló két kisebb szigettel.

A metróépítés jellegét meghatározta, hogy az időjárás miatt csak föld alatti vezetésű vonal jöhetett szóba, valamint az, hogy a város hegyes vidéken települt, ahol a szürke mészkő nagyon közel fekszik a felszínhez.

Az alagutak kialakításánál a sziklából kirobbantott szerkezet bizonyult a leggazdaságosabbnak. Az építkezésen 2000 munkást foglalkoztattak. Az előrehaladás sebessége a sziklaalagút építésénél napi 10,5 méter volt. Amikor agyagrétegben dolgoztak, csak 1 méternyi előrehaladást tudtak elérni naponta.



Kétszintes fonódásos állomás az 1. és 2. vonalak kapcsolatára
(Lionel–Groulx állomás)

Amikor lehetett, nyitott építési módot alkalmaztak, és a vonalat úgy tervezték, hogy minél több állomást a felszínről építhessenek meg.

Technikai érdekesség, hogy a 4. vonalat a folyó déli ága alatt is felszíni építéssel alakították ki. A folyónak ezt a szakaszát addig gátakkal zárták le.

A sziklaalagút alátámasztás nélküli boltozatának szélessége 7,1 méter. A vízszigetelést betonköpeny építésével oldották meg, és ahol a kőzet repedezettsége indokolta, acél boltíveket is alkalmaztak.

Az állomások 152 méter hosszúak, általában oldalperonos elrendezésűek. Különleges kialakítású viszont a három vonal közös átszálló állomása (Berri de Montigny), ahol a peronok egymás felett vannak. A közlekedést itt 28 mozgólépcső teszi komfortossá.

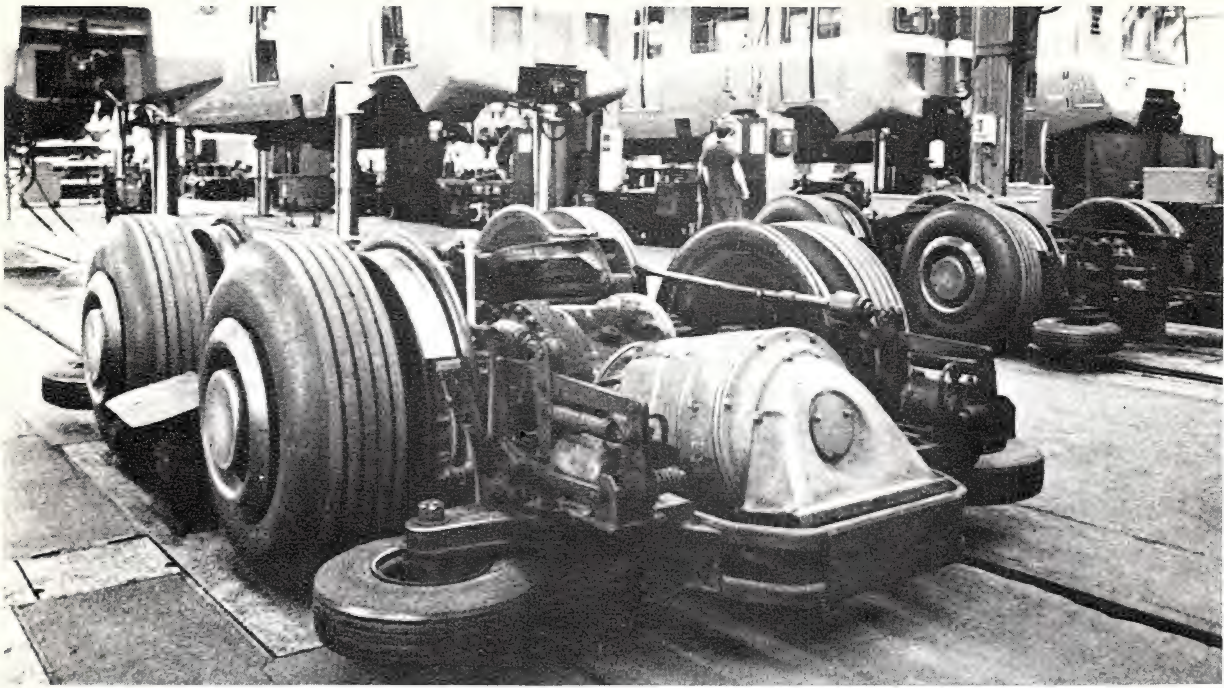
A vasúti felépítmény, mivel a kocsik gumikerekűek, hasonló a párizsi megoldáshoz, de annál fejlettebb. Ezt az tette lehetővé, hogy itt már eleve a gumikerekes megoldást tervezték, és nem utólag alakították át a pályát, mint Párizsban.

A síneket közvetlenül az alagútfenékre fektették, elkerülve így a zúzottkő pályára jutásának lehetőségét, ami például a mexikói metrónál igen sok gondot okoz.

A futó-pályát képező betonelemeket a gyártás során gőzölik, így kopásállóbb felületet kapnak.



A gumikerekes járművek pályája a kitérőkkel



Gumikerekes jármű forgóváza

A biztonsági acélsínek nyomtávja 1435, a betonfutófelületek szélessége 250 milliméter. A pályán 6,5%-os a maximális emelkedő és 350 méteres a legkisebb ívsugár.

A vonatokat háromkocsis (motor–pót–motor) egységekből állítják össze. A leghosszabb vonat kilenckocsis (150 méter), a legrövidebb háromkocsis (50 méter).

A motorkocsik minden tengelye hajtott. A motorszabályozás hagyományos módon történik. A kocsivezető éberségét „holtember"-kapcsoló ellenőrzi.

A motorkocsi tápfeszültsége 750 voltos egyenáram, melyet oldalsó, szigetelt kialakítású, acél vezető pályáról vesznek le. Az áram-visszavezetés a biztonsági futósínen csúszó érintkezőkkel történik. Az energiaellátást 12 470 voltos, 12 megawatt kapacitású városi alállomásokról kapja a metró. Az áramátalakító vontatási alállomásokon (ezek maximális távolsága 1200 méter) 2500 kilowattos egyenirányítók működnek. Ugyanitt vannak a 600 voltos háromfázisú és a 347 voltos egyfázisú segédüzemi világítás alállomási berendezései. Szükség-áramforrásként 2 db 400 kilowattos dízelaggregát szolgál.

A biztosítóberendezés sínáramkörös rendszerű, ahol a szigetelt biztonsági sínszakaszok tagolják a pályát. Tekintettel a gumikerekű kocsikra, a söntölést a forgózsámolyok negatív áramvisszavezető érintkezői végzik. (A söntölési ellenállás nem lehet több mint 1 ohm, amit minden forduló után műszerrel ellenőriznek.)

A biztosítóberendezés kiegészül a jelzőknél automatikus vonatmegállító berendezéssel és pontszerű (állomási bejárat előtt, váltóknál) sebességellenőrzéssel.

A biztonságot szolgálja a minden vezetőállásban megtalálható vonattelefon, amelynek nagyfrekvenciás jeleit szintén az áramvezető sín továbbítja.

A fejlesztési munka eredményeként bevezették a folyamatos sebességellenőrzést és számítógépes forgalomirányítást. Az ellenőrzött sebesség-értékek: 0, 24, 32, 40, 56 72 kilométer/óra.

A vonatok fordítása és a vágányút-állítás is automatikusan történik.

A számítógépes forgalomirányítás lényege a következő:

A számítógép folyamatosan összeveti a tényleges időadatokat (indulás, menetidő) a menetrendi adatokkal és ha bizonyos értékkel (5 másodperc) a kettő eltér, akkor gyorsítási vagy motorkikapcsolási parancsot küld a vonatnak.

Ha a késés nagyobb mértékű, akkor a szabályozás a lemaradt vonathoz alkalmazkodik úgy, hogy a követő szerelvények is és az előtte futók is tovább időznek az állomásokon. Így elkerülik a szerelvények torlódását vagy ritkulását.

Speciális kiegészítő berendezés – egy tengelyszám-érzékelő – jelzi a számítógépnek a vonathosszúságot, hogy az automatikus megállító berendezés a következő állomás peronjának megfelelő pontján állítsa le a szerelvényt.

Üzemi szempontból sok gondot okozott kezdetben a szellőzés, különösen az igen hideg téli és a forró nyári időszakban.

Amikor télen hideg levegőt vezettek az alagútba, a pára ráfagyott a keréknyomra, ha leállították a szellőzést, igen kellemetlenné vált a dugattyúhatás okozta huzat. Nyáron főleg a mélyállomásoknál nem volt megfelelő a légcsere. Pótlólagos intézkedésekkel sikerült úrrá lenni a gondokon, bár a huzathatáson lényegesen nem tudtak javítani. Az alkalmazott ventillátorok teljesítőképessége: 75 köbméter/másodperc.

A gumikerekeken való közlekedésnek előnyei (csöndes üzem, a pálya kismértékű igénybevétele, nagy gyorsítási lehetőség, nagy emelkedők) és hátrányai is vannak. Ez utóbbiak közé tartozik, hogy igen gondosan és gyakran kell a gumiabroncsokat ellenőrizni. Erre egy speciális berendezés szolgál, amely minden forduló állomáson és javítótelepi kihaladáskor automatikusan ellenőrzi a gumiabroncs nyomását. Ez fontos, mert kisértékű levegővesztés is a normális 50–60° C hőmérséklet emelkedését okozza és ez az abroncsot károsítja. A biztonságot szolgálja, hogy 8 ezer kilométerenként minden gumit igen gondosan ellenőriznek és 300 ezer kilométerenként a hajtott, 400 ezer kilométerenként a futókerekek gumiabroncsait kicserélik.

A metró integrált része a városi tömegközlekedésnek. Az utas egyszeri fizetéssel veheti igénybe az autóbusz- és metróvonalakat. Az utasellenőrzés mágneskóddal ellátott, automatákból árusított jegyek segítségével történik.

A vonatok legkisebb indítási időköze 130 másodperc. Az 1. és 4. vonalon hatkocsis, a 2. vonalon kilenckocsis szerelvények közlekednek.

Az évi mintegy 464 millió tömegközlekedési utazásból 148 millió jut a metróra.

A legnagyobb csúcsot az EXPO idején érték el, amikor 50 millió látogató kereste fel a várost és 157 millió utas vette igénybe a metrót.

A hálózat bővítése napirenden van. Az 1. vonalat meghosszabbították kelet felé 7,7 kilométer hosszban 9 állomással, és folyamatban van nyugat felé a meghosszabbítás 8,4 kilométer hosszban 8 állomással. A 2. vonalat 16 új állomással 16,3 kilométer hosszban kiterjesztik nyugati irányba. Számolnak az 5. vonal építésével, amely a 2. vonal két szárnyát kötné össze 24 állomással, 20,5 kilométer pályahosszúsággal.

Moszkva

A város 88,7 ezer hektáros területén a nappali népesség közel 9 millió, beleértve azt a több százezer utast, aki a 9 vasúti főpályaudvaron és az 5 repülőtéren megfordul.

A város növekedésének ütemére jellemző, hogy évente 120 ezer lakást építenek, nagyobbrészt a külső kerületekben.

A városi közlekedés története itt a XIX. század végén kezdődik, amikor a sok ezer konflis mellett megjelent a villamos.

Az autóbuszhálózat kiépítése 1920-ban, az első trolibuszvonalak üzembehelyezése 1935-ben történt.

A metró gondolata már 1902-ben felmerült és az első 3 vonalból álló hálózat tervét 1912-ben tárgyalta a Városi Duma.

A forradalom után 1922-ben ismét napirendre került a kérdés, az SZKP Központi Bizottsága 1931-ben fogadta el a moszkvai metróépítés programját. A munka még 1931-ben megkezdődött és az első 11,6 kilométeres szakaszt 13 állomással a Szokolnyiki és a Park Kulturi között 1935. május 15-én nyitották meg.

Az építés lendületesen folyt és a háború elejéig 3 vonalon 26 kilométer hosszban épült ki a hálózat. A háború alatt 14 kilométernyi vonalat építettek és elérték, hogy 1954-re valamennyi vasúti pályaudvar rendelkezett már közvetlen metrókapcsolattal.

1980-ban az 5 átmérős, 2 radiális és 1 gyűrűs vonal teljes hossza 190 kilométerre növekedett, 114 állomással.

A vonalak túlnyomó része mélyvezetésű, 5,1 méter belső átmérőjű, kör keresztmetszetű alagút, mely korszerű, nagy teljesítményű alagútfúrási módszerrel épült. Az alagutak mélysége helyenként eléri a 60 métert is.

A város külső részein a vonalak kis mélységben épülnek, egyes rövid szakaszai a felszínen vannak. Az állomások többsége nemcsak építészetileg, de művészetileg is egyedülálló megoldású. Középperonos elrendezésűek, 160 méter hosszúak és többségükhöz a térszínen is tartozik egy előcsarnok, amelyet mozgólépcső köt össze az állomással.

A több mint 300 mozgólépcső össz-hossza közel 40 kilométer.

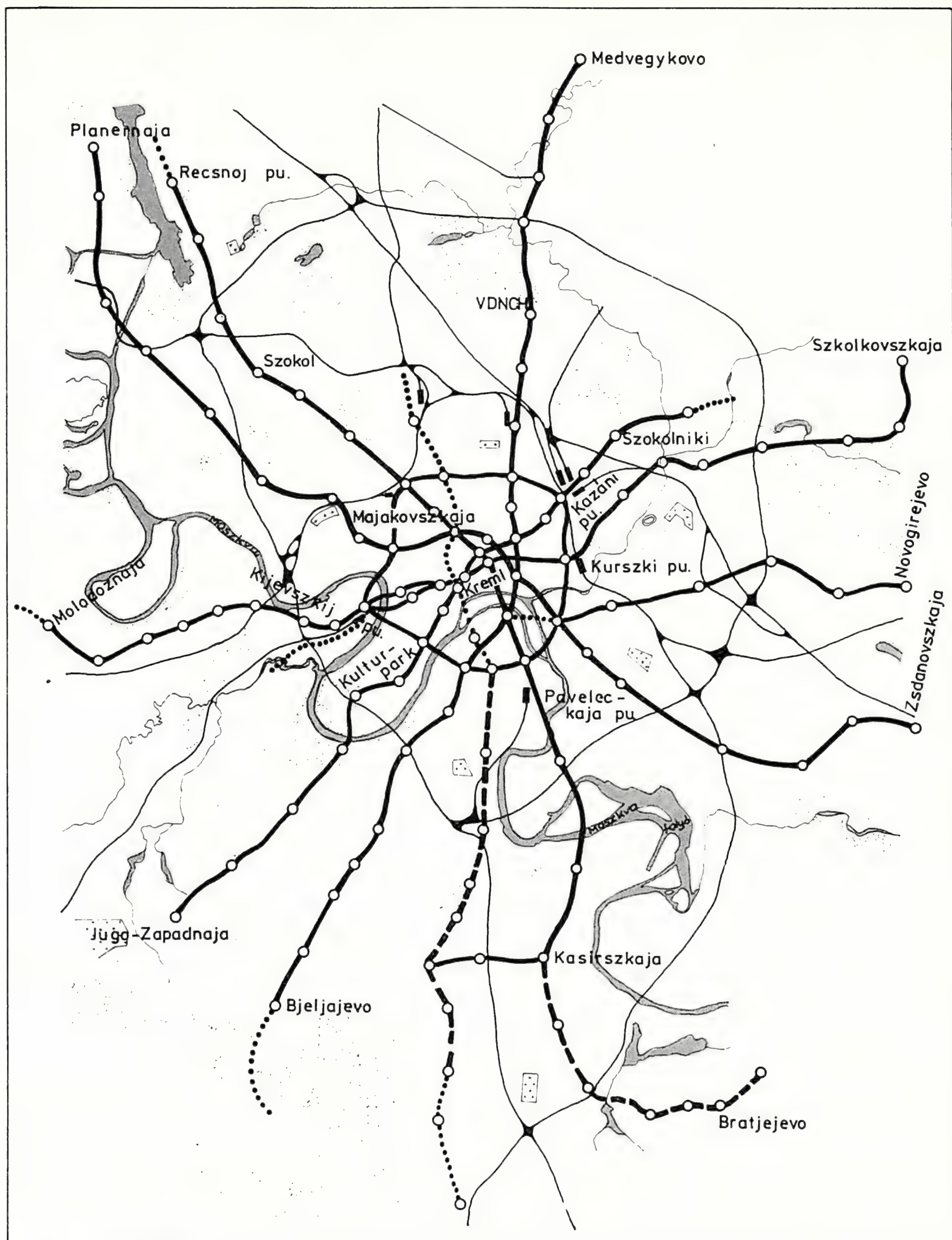
A mélyvezetésű vonalalagutak korábban öntöttvas tübbingekből, újabban vasbeton elemekből épülnek. Az állomásokat a háromcsarnokos elrendezés jellemzi. Leginkább 2 oszlopsorral építik. A mozgólépcsőaknákat a felső vízdús, homokos talajban fagyasztásos eljárással építik.

Az alagútépítésnél mechanikus fejtőberendezéssel felszerelt pajzsokat használnak. Itt találták fel a tübbingek illesztéseinél kialakított hornyok vízzáró tömítésére a duzzadó cementet, bauxitcement és egyéb anyagok felhasználásával.

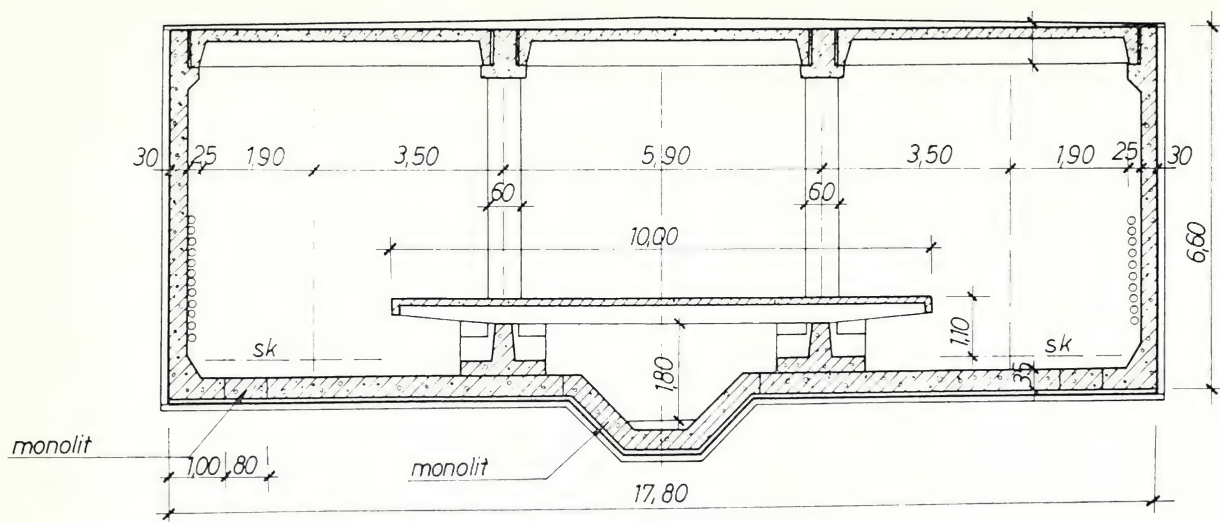
A vonalak egyike sem tartalmaz vonalelágazást. Az állomások távolsága 1500–2000 méter körüli, lényegesen nagyobb az általánosan szokásosnál.

A vontatási áram 750 voltos egyenáram, mely a kocsikat a pálya mellett futó harmadik sínről, alsó tapintású áramszedőkön keresztül táplálja. Az egyenirányító- és transzformátor állomások személyzet nélkül, automatikus üzemben dolgoznak.

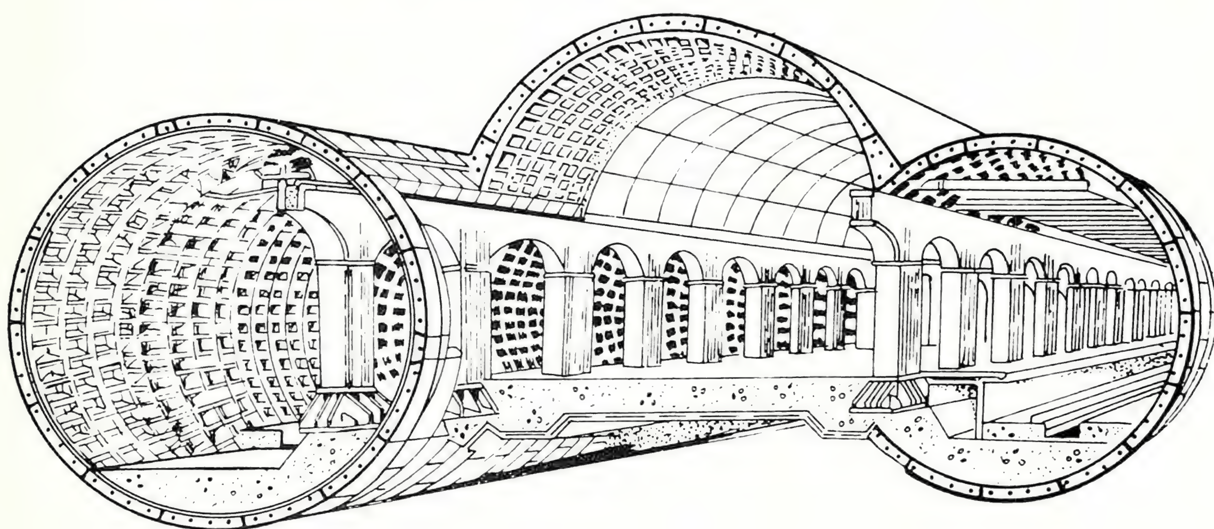
A biztosítóberendezés térközbiztosításos, fényjelzőkkel, a jelzőknél automatikus vonatmegállítóval kiegészítve.



Moszkva metróhálózata



Előregyártott keretszerkezetű állomás


Oszlopos típusú három alagutas állomás, nagyobb átmérőjű középső alagúttal (Komszomolszkaja állomás)

A 70-es évek közepén megkezdődött egy komplex automatikus rendszer kiépítése. Ennek két alrendszere van: az automatikus vonatsátorjelzés a vonat automatikus sebességszabályozásával (ARSZ), valamint az automatikus vonatvezetés (SZAMM).

Az ARSZ alrendszer a vonatforgalom biztonságának fokozására szolgál. Ez az alrendszer vonali (pályamenti) és a vonaton elhelyezett berendezésekből áll. A vonali berendezések fő elemei a félvezetős generátorok, amelyek a sínáramkörökbe olyan frekvencia-kódokat küldenek, amelyek megfelelnek az egyes szakaszokon megengedett forgalmi sebességeknek. A 75 Hz-es kód 80 kilométer/óra legnagyobb menetsebességet enged meg, a 125 Hz-es kód 60 kilométer/óra, a 175 Hz-es pedig 40 kilométer/óra menetsebességet. A 225 Hz-es kód, vagy pedig bármiféle kód hiánya a vonat automatikus megállítását eredményezi. Ha azonban a motorkocsi vezetője a két „Éberség" jelzőgombot lenyomott állapotban tartja, akkor a vonat a jelzésektől függetlenül legfeljebb 20 kilométer/órás sebességgel tovább haladhat. A frekvencia-kódoknak a pályáról a vonatra történő fogadása (átvétele) vevőtekercsekkel történik, amelyeket az első motorkocsi első forgóvázán helyeznek el.



Burkolat alatti állomás építése a lakóteleppel egyidőben

A vonaton elhelyezett berendezésekben történik a vett jelzések dekódolása, a tényleges menetsebesség mérése, és annak a megengedettel való összehasonlítása.

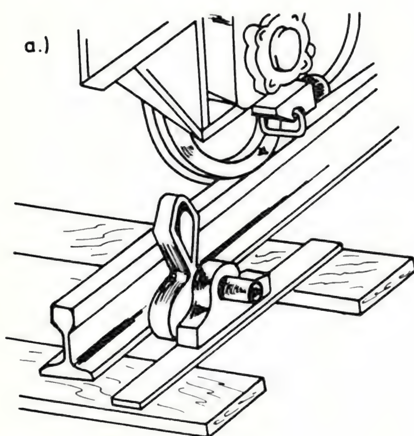
Ha a tényleges sebesség meghaladja a megengedettet, az ARSZ-nek a vonaton elhelyezett berendezései kikapcsolják a hajtást és parancsot adnak az automatikus villamos fékezésre. A villamos fék üzemképtelensége esetén az elektropneumatikus fék lép működésbe, ez utóbbi hibája esetén pedig a vonatot vészfékezés állítja meg.

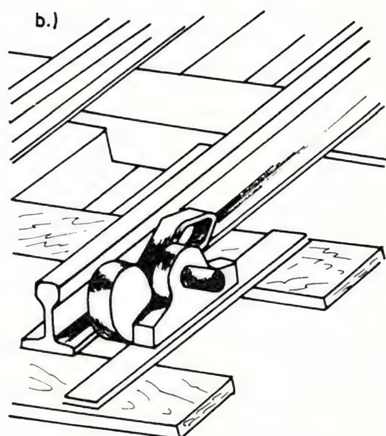
A SZAMM automatikus vonatvezetési rendszer a vonalon közlekedő összes vonat forgalmának központi, automatikus irányítására szolgál. Ennek bevezetése lehetővé teszi a vonatok menetrendszerű közlekedésének pontos betartását, a motorkocsivezető monoton, gyakran ismétlődő vonatvezetési folyamatoktól való mentesítését, a vonat állomásoknál való fékezési idejének csökkentését, továbbá – ezzel összefüggésben – a vonatok vontatási energiafelhasználásának a csökkentését.

A megfelelő berendezéseket az automatizált vonal minden állomásán elhelyezik, és azok a központi vezérlő berendezésektől kapott információk alapján működnek.

Az állomási berendezések állítják össze és továbbítják a vonatnak az állomásra érkezett vonatindítási parancsokat. A parancsot csak az állomási kijárati jelző „szabad" jelzése esetén adják ki a vonatra. Az állomási berendezések meghatározzák a hajtómotorok kikapcsolásának időpontját is, és ezt a parancsot is továbbítják a vonatnak. Ennek során az állomási berendezés szabályozza a vonat menetidejét a vonalszakaszon, csökkentve azt, ha a vonat késéssel indult ki az állomásról, és növelve az állomásközi menetidőt, ha a vonat korábban indult ki az állomásról.

Autostop berendezés





a) megállj állásban

b) szabad állásban

A pályamenti (vonali) berendezések aktív és passzív jeladókat tartalmaznak. Az aktív adókat – amelyeket az állomáson és a vonalon helyeznek el – kábelkapcsolattal kötötték össze a kiinduló állomáson elhelyezett állomási berendezésekkel. Az állomáson elhelyezett adók arra szolgálnak, hogy kiadják a vonatra az ajtónyitási parancsot, érzékeljék a vonat állomásra érkezésének időpontját. A vonalon elhelyezett aktív adók az állomási berendezésektől a vonatra továbbítják a motorok kikapcsolási parancsát.

A passzív adókat a vonalszakasz néhány pontján telepítik, valamint a teljes állomási fékezési szakaszon.

Az automatikus vonatirányító rendszer lehetővé tette a korábban 2 személyes vezetőbrigád 1 személyre csökkentését. A nagyfokú forgalombiztonság érdekében a berendezést egy olyan készülékkel egészítették ki, amely ellenőrzi a motorkocsivezető éberségét, valamint egy olyan berendezéssel is, amely kizárja a vonat ellenőrizetlen gurulását. (Enélkül a berendezés nélkül a „tilos" jelzésnél megállt vonat, a motorkocsivezető munkaképtelenné válása esetén is magától elindulhatna a lejtőn, miután a jelző „szabadra" váltott.)

A 2500 metrókocsi mind szovjet gyártmányú és több típusból áll, köztük 30 évnél régebbiek is vannak, amelyek – tekintve a napi átlagos 500 kilométeres futást – nem kis gondot jelentenek a karbantartó személyzetnek.

A javítást úgy oldották meg, hogy a javítóüzemeket szakosították, egyrészt kocsitípus szerint, másrészt fődarabok, részegységek szerint.

Az 1981-es évben megkezdődtek egy új típusú kocsi futópróbái. Az új típus kocsiszekrénye alumínium, villamos berendezése szaggatós (Chapper) szabályozású.

A szerelvények 6–7–8 kocsiból állnak, csúcsforgalomban a legkisebb követési idő 80–90 másodperc.

Az utasszám rekordot az olimpia idején érték el, amikor napi 7,7 millió utazást számláltak.

A metró reggel 6-tól éjjel 1 óráig jár.

Az állomásokra a térszínen elhelyezett utascsarnokból a peronzár automatáin át lehet eljutni. Az automaták pénzérmével működnek, de sokan bérlettel utaznak, amit a személyzet ellenőriz. Az utascsarnokokban mindenütt pénzváltó automaták is vannak.



Új típusú metrószerelvény, kocsiszínben

A hálózatfejlesztés tervei az 1981–85. évekre 30 kilométer vonal építését tartalmazzák, ami másfélszerese az előző 5 év teljesítményének. Ez a feladat a 12 000-es létszámú építő szervezetben újabb 6000 munkás és 800 műszaki munkába állítását is jelenti.

A vonalbővítés eredményeként a ma még radiális vonalak átmérősökké hosszabbodnak és tervbe vették még egy kör alakú vonal építését is, így a teljes hálózat a 90-es évekre 320 kilométer hosszú lesz, még nagyobb távlatban pedig 450 kilométer.

A moszkvai metró a világ öt legnagyobb metrója közé tartozik (New York, London, Párizs, Tokió.) Utasforgalma a legnagyobb a világon, évi 2260 millió utasszámmal.

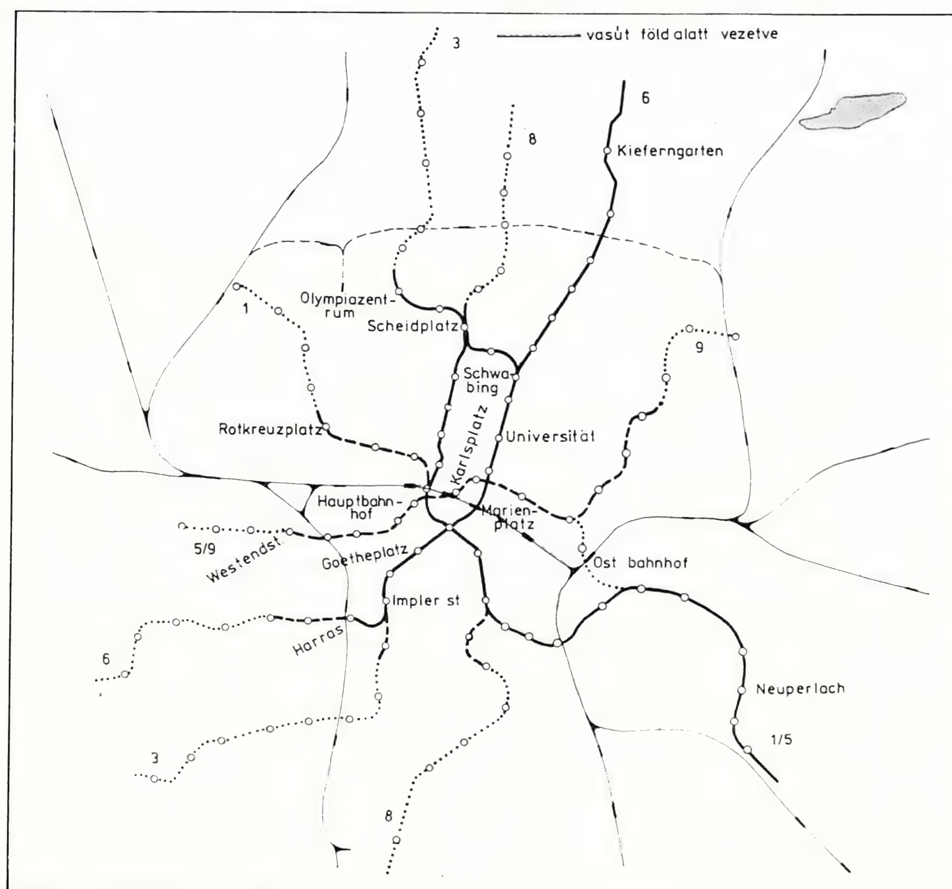
München

Az 1,8 milliós bajor tartományi székhely metrója 1981-ben ünnepli tízéves fennállását.

A 60-as években a belvárosi lakosság számának csökkenése, a munkahelyek számának növekedése, a külső kerületek lakosságszámának emelkedése következett be és emellett igen nagy mértékben megnőtt a gépkocsiforgalom. A város fejlődésében így olyan helyzet alakult ki, amely szükségessé tette egy nagy teljesítményű közlekedési rendszer – a metró – létrehozását.

A földalatti vasút tervét hosszú előkészítési és tervezési idő után 1964-ben hagyta jóvá a Városi Tanács. A tervezett metró három törzs- és több kiágazó vonalágból áll, amelyek sugárirányúak és a kedvező átszállási kapcsolatok érdekében többször is metszik egymást. Az építést jelentősen gyorsította az olimpia megrendezése.

Az első 10 kilométeres szakaszt az észak–déli irányú U_6 vonalon hétéves építési idő után 1971. október 19-én helyezték üzembe. Az 1972-es müncheni olimpiára elkészült egy elágazó szakasz (U_3) is, az olimpiai centrumig 3,5 kilométer hosszban. Később két újabb szakasszal történő meghosszabbítás után az U_6-os vonal elérte a jelenlegi 12,5 kilométeres hosszúságát.



München metróhálózata

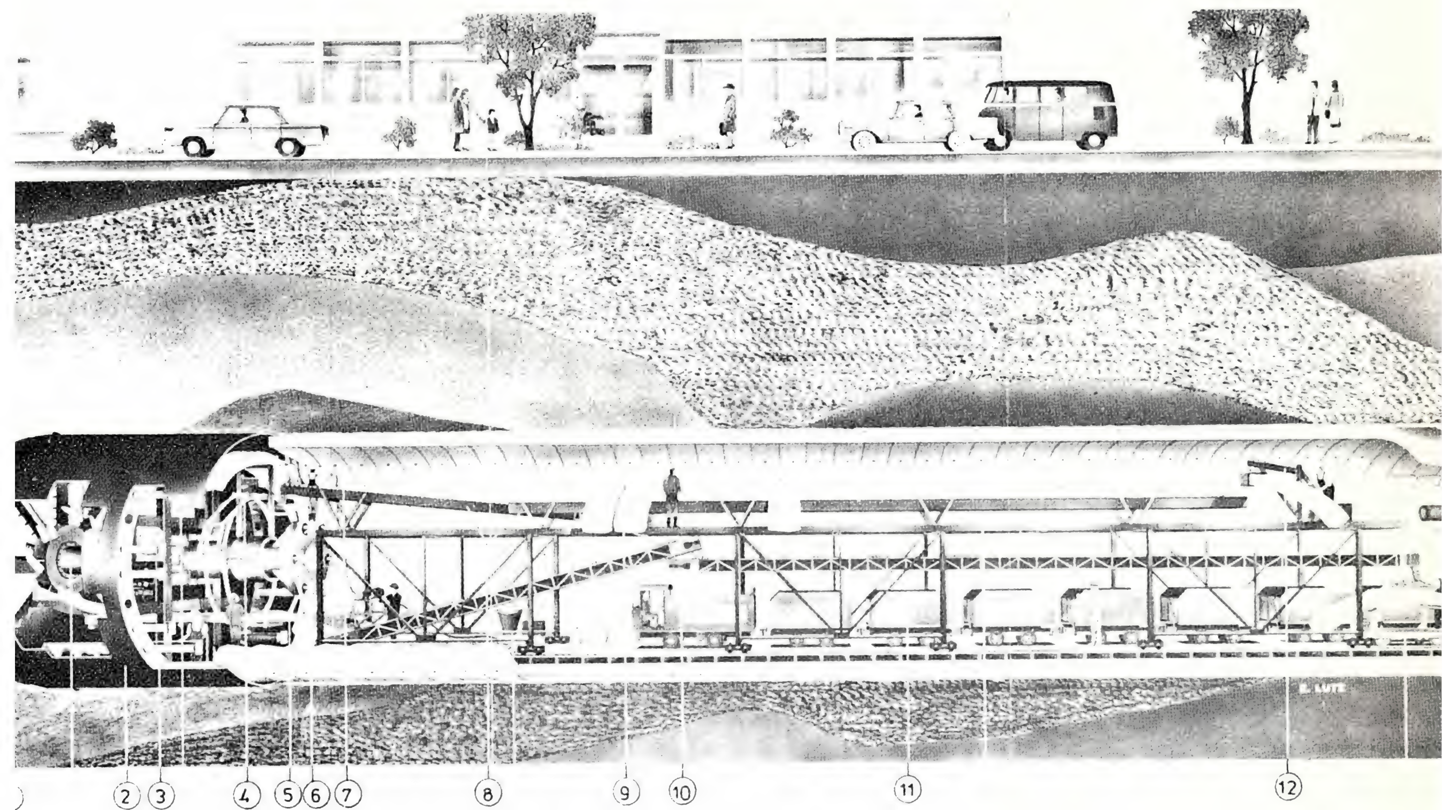
A vonalnak két elágazása van. Az egyik a már említett olimpia centrumhoz vezet, a másik a vonal déli végénél később kerül kialakításra. Az Impler utcai állomás ennek megfelelően három vágánnyal elágazó állomásként épült meg.

A hálózat második észak–déli irányú vonalának (U_8, U_1) 15,5 kilométeres első ütemét 19 állomással a Schwabingban levő Scheid Platz állomás és a déli Neuperlach állomás között 1980. október 18-án helyezték üzembe, így az üzemelő teljes hálózat több mint 31 kilométer lett.

A hálózaton a napi utasszám 600 ezer. A csúcsidei utasszám rekordot (30 ezer utas óránként egy irányban) az olimpia idején érték el.

Az építési módszerek között a pajzsos alagútépítés (5,74 méter belső átmérőjű alagutak) az új osztrák módszerrel épített egyboltozatos alagút és a nyitott munkaárokból történő építés különböző módozatai egyaránt megtalálhatók.

A zárt, mélyvezetésű állomások kialakításánál alkalmazott új osztrák módszer hatékonyságában versenyképes a felszínhez közel fekvő, nyitott építési módszerekkel. Ezzel a lövellt betonos eljárással sikerült a 150 négyzetméter keresztmetszetű háromvágányos alagutat egy boltozatos szerkezettel áthidalni.



Alagútépítés mechanikus pajzzsal
1 — forgó fejtőberendezés
2 — pajzsköpeny
3 — hidraulikus sajtók
4 — tübbingelhelyező
5 — szállítószalag
6 — hidraulikus csillagmotorok
7 — hátűrinjektáló
8 — tübbingszállító szalag
9 — vasbeton tübbing
10 — szállítószalagok
11 — csillevonat
12 — tübbingemelő berendezés

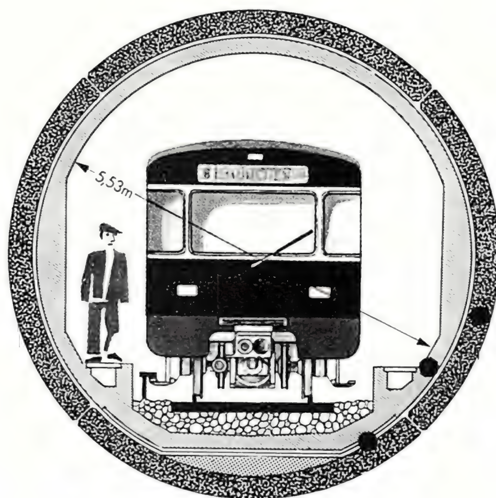
Igen fejlett a vasbeton szerkezetű állomások építéstechnológiája, ahol a külön szigetelés nélküli vízzáró beton alkalmazását is – elsőként a Harras állomásnál – bevezették.

Az állomások többnyire középperonosak, 120 méter hosszúak.

A vasúti pálya normál nyomtávú, a talpfák, illetve az alagúti szakaszon fektetett vasbeton aljak egymástól 68 centiméter távolságra, minimálisan 22 centiméter vastag zúzottkő ágyazaton fekszenek.

Az U_8-as vonalon a zajcsökkentés érdekében az épületek közelében levő pályaszakaszokon az alagútfalazat és a kavicságy közé rugalmas gumitöltésű szövetet helyeztek el.

A járművek 750 volt egyenárammal üzemelnek, melyet a 10 kilovoltos háromfázisú városi hálózatból transzformátor és egyenirányító állomások alakítanak át. A transzformátor állomások egy részét az állomási épülettől független építményben helyezték el.



Mélyfekvésű alagút keresztmetszete a kétoldali gyalogjáróval
és a kettős alagútfalazattal

A városban van a Siemens cég központja, ami garancia, hogy a villamos berendezések megbízhatóak, világszínvonalúak.

A léghűtéses műgyanta szigetelésű transzformátorok névleges teljesítménye 2500 kilovoltamper, a szilíciumdiódás, természetes szellőzésű egyenirányítók névleges áramerőssége 3000 amper.

A berendezés kiegészül automatikus zárlatvizsgáló és gyorskapcsoló készülékkel, amely különbséget tesz a zárlati áram és az indításnál fellépő áramnövekedés között, valamint rákapcsolás előtt önműködően vizsgálja a zárlatmentességet. Újszerű megoldás, hogy az áramvezető sínt alátámasztó szigetelő támaszok üvegszál erősítésű poliésztergyantából készültek.

A vasúti jelzőrendszer a folyamatos sebességellenőrzés és automatikus vonatvezetés révén lehetővé teszi a 90 másodperces biztonságos vonatkövetést.

A sínáramkör frekvenciájának megválasztása (9,5–14,5 kilohertz) a vontatómotor szabályozás zavaró hatását kizárja.

Az elágazó vonalak szükségessé tették a szerelvényszámok alapján történő automatikus váltóállítást és az állomásokon utazók részére a következő vonat célállomásának kiírását. A műveletet az állítóműbe épített számítógépek vezérlik.

A forgalmi üzemet ellenőrző diszpécser szintén számítógéppel vezérelt színes monitorról olvashatja le az egyes kivezérelt szakaszok vágányhálózatának képén a vonatok helyzetét, menetirányát (vonatszám és futásszám), a vonat hosszát, a váltó helyzetét stb.

A hagyományos térközökre felépített fényjelzős biztosítóberendezés, melyet a jelzőknél automatikus vonatmegállító egészít ki, az automatikus vonatvezetési rendszer meghibásodása esetén szavatolja a zavartalan üzemet. A berendezést úgy alakították ki, hogy rendkívüli esetben kétirányú jelzett üzem valósítható meg.

A technológiai berendezésekhez tartoznak a mozgólépcsők, melyek időjárásálló kivitelűek.

A lépcsők hajlásszöge 27,3°, hasznos szélességük 1 méter, sebességük 0,5 méter/másodperc.

A vasúti kocsik könnyű építésűek, kocsiszekrényük hegesztett alumíniumötvözet. A forgózsámolyok légrugózásúak, a hajtás Düwag rendszerű.

A járműfejlesztési munka eredményeként 1981-ben kezdte meg a próbaüzemet annak a kocsinak a prototípusa, amely a következő szakaszok járműve lesz.

A legnagyobb változást a karbantartásmentes, háromfázisú, visszatápláló fékezéses hajtómotor jelenti. A kocsiszekrénynél az öntött alumínium profilok alkalmazása került előtérbe. A változtatások a forgóváznál: az egyedileg hajtott tengelyek, a hosszabb hajtómű-felfüggesztés még nyugodtabb futást eredményez.

A metróhálózat építése nagy erővel folytatódik tovább. Így az U_1 vonalat a Rotkreutz Platzig, 1982-ben helyezik üzembe. Ez a vonal az U_8 vonalból ágazik ki a főpályaudvarnál levő állomásnál.

1979-ben kezdték és 1983-ra kívánják befejezni az úgynevezett „virágvonal" építését a Nemzetközi Kertészeti Kiállítás felé, ami az U_6 vonal meghosszabbítását jelenti „Harras" állomástól nyugat felé.

Építik az $U_5/_9$ vonal 4 kilométeres szakaszát a Westend Strasse és Karlsplatz között, befejezése 1984-re várható.

A Harras állomástól az U_3 vonalat 1983-ban építik tovább.

A tervek szerint a 90-es évek végére a 10 csillag alakban elhelyezkedő, a külső területekről a városközpont felé futó metróvonalak összhossza 90 kilométer lesz. Az évente metróépítésre fordított összeg 200 millió DM.

A város gyorsvasúti hálózatának része a több mint 400 kilométeres „S" Bahn elővárosi vasúthálózat is, melynek a városközpontban átmenő szakasza föld alatti vezetésű és igen nagy belső városi forgalmat bonyolít le. A két hálózat több ponton találkozik és így kiegészíti egymást.

Nagoya

A várost 1610-ben alapították, várkastélyáról volt híres, csak később az 1880-as évek végén kezdődött meg a város ipari fejlődése.

Ma Japán harmadik legnagyobb városa, 2,1 millió lakossal. 326 négyzetkilométeres területen. A városhoz tartozó sűrűn lakott környezetben 7,3 millióan élnek. Nagyipara van porcelán-, gépkocsi-, hajó- és gépgyárai jellemzik, emellett kulturális központ is.

A metró építésének terve 1946-ban merült fel. 1954-ben dolgozták ki a 76,7 kilométer hosszú, 5 vonalból álló hálózat tervét és ekkor kezdték meg az építést is. Az első vonalszakasz 1957 novemberében készült el 2,5 kilométer hosszban. A vasúti főpályaudvart kötötte össze a városközponttal. 1965-ben 10 kilométerre növekedett a vonal és megkezdődött a második vonal építése is.

1980-ban a hálózat 51,7 kilométer hosszúságúra nőtt, 4 vonallal és 53 állomással. A vonalakból 43,6 kilométer alagutakban fekszik (84%).

A maximális emelkedő 33‰, a legkisebb kanyarulati sugár 125 méter. A vonalak jelentős része a felszínről nyitott építési módszerrel készült, és így követték a felszíni utak vonalvezetését, ez nem tette lehetővé a nagyobb ívsugár alkalmazását. Ezért mondtak le a metrónál szokásos nagyobb sugarú ívek építéséről.

A szűk utcákban több esetben lefedett munkagödörben végezték az építést. Acélgerendákkal és azokra támaszkodó acéllemezekkel ideiglenesen visszaállították az úttestet, és forgalom alatt építették meg az alagutakat.

Vannak mélyvezetésű szakaszok is. Ezeknél két külön 5,1 méter belső átmérőjű alagútba helyezték el a vágányokat. A falazatot vasbeton bordás tübbingekből csavar-kapcsolatokkal alakították ki.

Az egyik vonalszakasz áthalad a 180 méter magas acélszerkezetű televíziós torony alatt. Itt a homokos talajt kémiai talajszilárdítással tették teherbíróvá, hogy az alagutak aláépítése végrehajtható legyen.

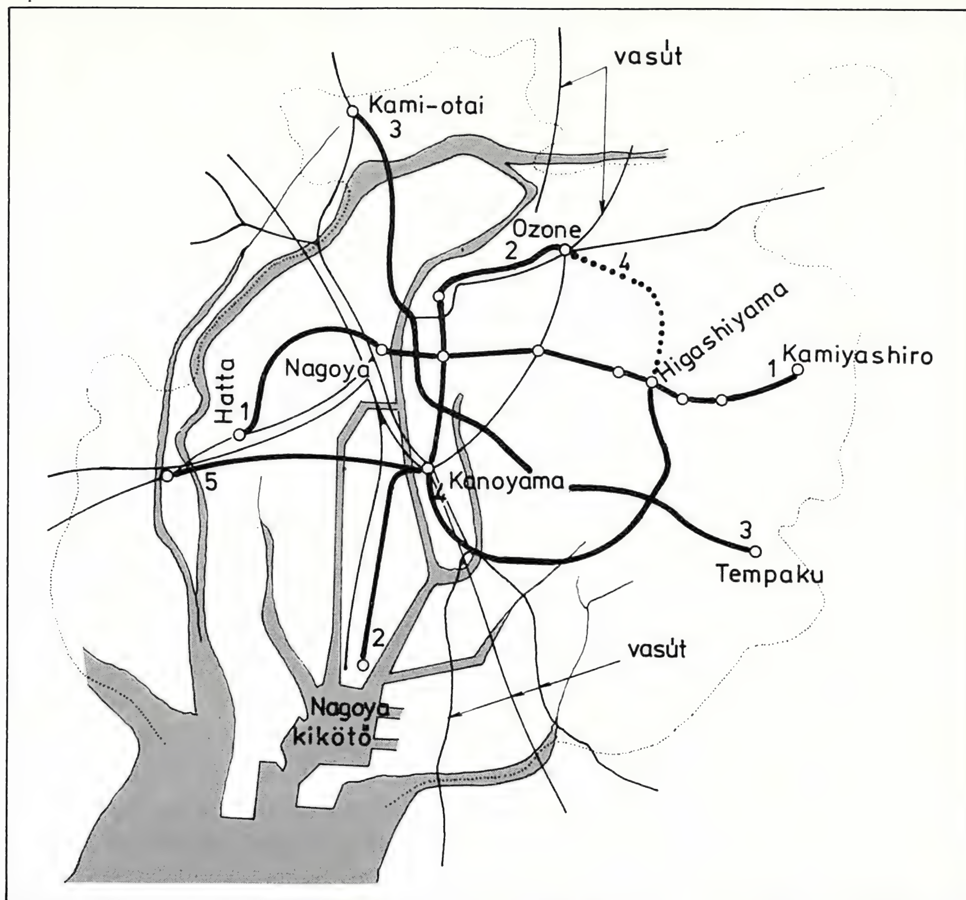
Az állomások részben 104 méter, részben 200 méter hosszú peronokkal épültek, így 6 és 10 kocsis szerelvények közlekedhetnek.

A középperonos állomások 7,2–9 méter szélesek, az oldalperonosak 3,5–5,5 méter méretűek. A legtöbb állomás másfeles mélységben fekszik, úgy hogy felette elfér a gyalogos aluljáró és abból lehet megközelíteni.

Az állomásokat a két oszlopsoros megoldás jellemzi. A vonalakon nem egységes a nyomtáv. Három vonalon a nyomtáv normál, 1435 milliméteres. Itt harmadik sín közvetíti a 600 volt feszültségű egyenáramot a kocsikra. Egy vonalat 1067 milliméteres keskeny nyomtávúra és felsővezetékesre (1500 volt feszültségűre) építettek. Ezen a vonalon egy magán vasúttársaság vonatai is közlekednek a metró mellett. Japánban igen sok keskeny nyomtávú vasút üzemel.

A vasúti pálya részben kereszt-talpfákra erősített sínekből áll, zúzottkő ágyazaton, részben vasbeton keresztaljakra rögzített és betonba ágyazott megoldású.

A mélyebb fekvésű állomásokon mozgólépcsőket alkalmaztak. 21 helyen 29 lépcsőt építettek be.



Nagoya metróhálózata

A kocsik egy része 15,6 méter hosszú, 2,55 méter széles és 3,45 méter magas, 25 tonna tömeggel. A befogadóképessége 115 utas, 44 ülőhellyel. Az újabb kocsi 19,3 méter hosszú, 2,81 méter széles és 4,14 méter magas, ebben 135 utas fér el 40 ülőhellyel.

A vasútbiztosító berendezések térközbiztosítással, megfelelő fényjelzőkkel, védőszakaszokkal rendelkeznek. Itt is automatikusan működésbe lép az autostop berendezés és a vészfékeket működésbe hozva megállítja a vonatot, ha a vezető meghaladja a tilos jelzést.

Egyes vonalakon bevezették az automatikus sebességellenőrző rendszert. E berendezések ellenőrzik a vezető tevékenységét és automatikusan működésbe hozzák a fékberendezéseket, ha a vezető helytelen sebességet választ.

A vonatok a csúcsidőben 2–6 percenként, máskor 4–8 percenként közlekednek.

A metró évente 264 millió utast szállít, napi körülbelül 800 ezer embert. Ez a teljes tömegközlekedés mintegy 50 százaléka.

1974-ben szüntették meg az utolsó villamosvonalat.

Newcastle upon Tyne

A Tyne and Wear megye, északkelet Anglia legnagyobb ipari és kereskedelmi települése. Ebben a régióban, Newcastle környékén a Tyne folyó torkolati szakasza környezetében 1,2 millióan laknak. A város körülbelül 270 ezer lakosú igen régi, római korú település, a Tyne Északi-tengeri torkolatától 14 kilométerre fekszik. Fontos kikötőváros és központja a környéken kialakult ipari üzemeknek.

A közlekedési nehézségek a folyó északi és déli oldalán fekvő települések között mutatkoztak a legerősebben, amelynek megoldására 1971-ben dolgozták ki a gyorsvasúti hálózat tervét.

A metróépítés 1974-ben kezdődött és az első vonalszakaszt 1980. augusztus 7-én nyitották meg Haymarket és Tynemouth között Bentonon keresztül. Ez a vonal 25 kilométer hosszú, 14 állomással. 1981. május 10-én egy újabb felszíni szakaszt helyezték üzembe 5 kilométer hosszban, 4 állomással, South Gosforth és Kenton Bank Foot között.

A következő vonalrészt, a legfontosabb és legnehezebben megépíthető szakaszt 1981. november 6-án avatták fel az angol királynő jelenlétében. Ez a 6 kilométeres szakasz vezet át a városközponton és a Tyne folyó új hídján, Haymarket és Heworth között. A vonal föld alatt vezet Haymarket állomástól és csak a folyónál fut ki a felszínre. A folyót hídon keresztezve, a túlsó parton ismét föld alá kerül Old Fold állomásig és innen a felszínen vezet tovább.

A felszínen vezetett szakaszon két jelentős mérnöki létesítmény van. Az egyik a Byker viadukt, mely 820 méter hosszú, 18, nyílású szabadon szerelt vasbeton elemes híd, legnagyobb fesztávja 69 méter. Az előregyártott 253 darab vasbeton hídelem tömege egyenként 36–40 tonna.

A másik a Tyne folyót keresztező 164,5 méteres nyílású vasúti híd.

A teljes hálózatból 4,8 kilométeres szakasz fekszik föld alatt, 7 föld alatti állomással, a többi felszínen vezet. A jelenlegi hálózat 36 kilométer hosszú, 25 állomással.

Az alagutakat 4,75 méteres átmérővel építették, hogy elhelyezhessék az 1500 voltos egyenáramú felsővezetéket. Ezt a megoldást választották ugyanis a harmadik sín helyett, a zord időjárási körülmények miatt, mely gyakran érvényesül ezen a vidéken.

A legnagyobb emelkedő a hálózaton 3,3 százalék, a legkisebb ívsugár 210 méter. Az alagutakat túlnyomórészt előregyártott beton tübbingek támasztják meg, de a kevésbé stabil talajban és a 7 méter átmérőjű állomási alagutaknál öntöttvas tübbingeket használtak.

A felszíni szakaszokon hagyományos, zúzottkő ágyazatú a pálya, beton aljakkal.

A teljes hálózatból 41 kilométer a Brit Vasutak régi pályái helyén épül.

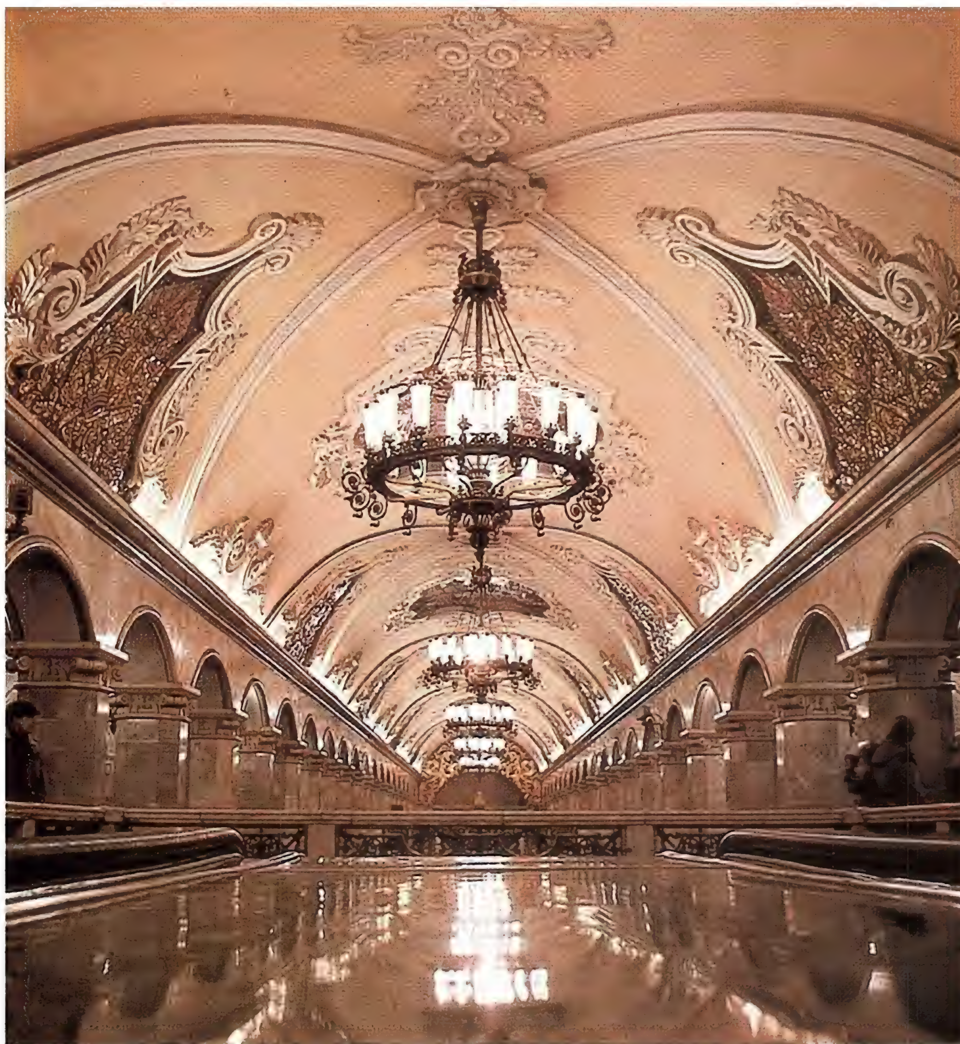
Az üzemelő hálózaton 3 viszonylat közlekedik, átlapolt forgalommal. Heworth–Bank Foot, Heworth–Benton és Hewort–Tynemouth között. Az egyes viszonylatok 10 perces időközökben közlekednek, így a középső szakaszon 3,3 perces a vonatsűrűség.

A mexicói metró felszini állomása



Mexicói metró magasvezetésű szakasza





A Komszomolszkaja állomás a körvonalon, Moszkvában

A moszkvai Taganszkaja mélyállomás a Zsdanov–Krasznopresznenszkaja vonalon



A moszkvai Majakovszkaja mélyállomás

Egyboltozatos állomás (Puskinszkaja) Moszkvában



Vonalalagút építés az új osztrák módszerrel, lövellt beton eljárással, Münchenben



A müncheni $U_{8/1}$ vonal, Sendlinger Tor állomása

Montreal, Henri-Bourassa állomás



A nagoyai metrókocsi vezetőállása





A nürnbergi metró Lorenzkirche állomása



A nürnbergi metró egy felszíni szakasza

New York-i magas-
vezetésű metró-
szakasz

A PATH szerelvénye
New Yorkban





Dekorált New York-i metrókocsik



A nyugat-berlini metró Hermann-platz állomása


A nyugat-berlini metró egy magasvezetésű szakasza


Nyugat-berlini metróállomás



Osakai metró-
állomás és szerelvény



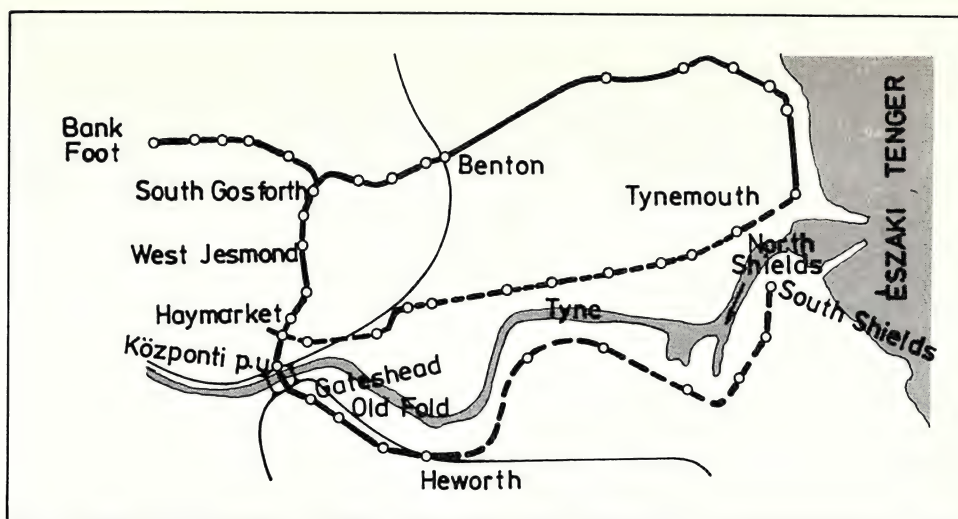
Párizsi metrószerel-
vény a 13. vonalon

Mozgójárda
a párizsi metrón



Párizsi metróállomás





Newcastle upon Tyne metróhálózata

A vonalon több viszonylatban közlekednek a vonatok, ami indokolta egy automatikus járműazonosítási és vágányút állítási rendszer megvalósítását.

A központi számítógépből és tíz mikroprocesszorból álló rendszer a vágányok között elhelyezett hurkok segítségével van kapcsolatban a vonatokkal.

A berendezés az automatikus vágányút-állítás és végrehajtás ellenőrzése után állítja szabadra a jelzőket.

A vonatok csuklós kocsikból állnak. A kocsiszekrények két darab motoros és egy középső nem motoros forgóvázra vannak szerelve. Az összeillesztés a Düwag módszer szerint történt, a két fél kocsiszekrény a középső forgóvázhoz golyóscsapággyal kapcsolódik. Mindkét fél kocsiszekrény mindkét oldalán két ajtó van. Az ajtók 1300 milliméter szélesek.

A forgóváz és a tengelycsapágytok között különleges profilú gumi biztosítja a rugózást, a forgóváz és a kocsiszekrény között pedig légrugózás van.

A teljes jármű hossza 27,8 méter. Alumínium felhasználásával alacsony kocsitömeget, 38 tonnát értek el. A motoros forgóvázakon dinamikus fék van, kiegészítve a középső (nem motoros) forgóvázak tárcsafékével. Minden forgóvázat felszereltek mágneses sínfékekkel is a vészfékezés céljára.

Az automatikus központi vonó-ütköző készülék Scharfenberg rendszerű, amely biztosítja a fékberendezés főlégvezetékének, a vezérlés és az ajtókat ellenőrző berendezés kábeleinek kocsik közötti kapcsolatát. A végsebesség 80 kilométer/óra, a gyorsulás 1 méter/másodperc^2. A normál fékezési lassulás 1,3 méter/másodperc^2, ez felmegy 2,32 méter/másodperc^2-re vészfékezés alkalmával. Minden kocsiban 84 ülőhely van – keresztirányban elhelyezett 2–2 kárpitozott ülés – és a befogadóképesség 270 fő.

A 185 kilowattos motorok vontatás közben sorba vannak kapcsolva, nagyobb sebességnél párhuzamosan.

A kerékcsúszás ellenőrző rendszere elektronikus, mindegyik tengely sebességét szabályozza. Az építés jelenleg a Heworth–South Shields közötti szakaszon folyik, melynek üzembehelyezése 1983-ra várható.

A teljes hálózat 54 kilométer hosszú lesz, 42 állomással.

New York

Az országnyi népességű, 17,8 millió lakosú és hatalmas kiterjedésű város metróját csak felsőfokú, de nem mindig hízelgő jelzőkkel lehet jellemezni.

Itt működik a világ legnagyobb kiterjedésű metróhálózata.

Több mint 400 kilométeres vonalhosszúságával (1325 kilométer vágányhossz), az amerikai kontinens legelső metrójának története 1868-ban kezdődik.

A világ legkomplexebb hálózata is. A két közlekedési vállalat kezelésében levő összhálózat 28 vonalán 496 állomás van (ebből alagútban 265), ezek 24×32 kilométeres területet szolgálnak ki, ahol a hálózat-sűrűség 0,5 kilométer vonal/négyzetkilométer.

A New York-i metró ezek mellett a legzajosabb, közbiztonsága 5200 fős saját alkalmazású rendőre ellenére a legrosszabb; és ugyanez mondható el a tisztaságáról is, ami nagymértékben a vandalizmus rovására írható (különösen divatos az állomások és vonatok festék spray-vel történő „dekorálása", az ablakok kitörése).

A metróvonalaknak mintegy fele fut alagútban, a többi felszíni vezetésű.

Az alagutak nagyobbrészt a felszínről épültek és kis mélységben haladnak. (Az első alagúti szakaszt 1904-ben nyitották meg). A jellemző kétpályás szelvény négyszög keresztmetszetű, 8 méter széles és 4 méter magas, közepén oszlopsorral.

A mélyebben vezetett szakaszok és az East folyót keresztező alagút körszelvényű.

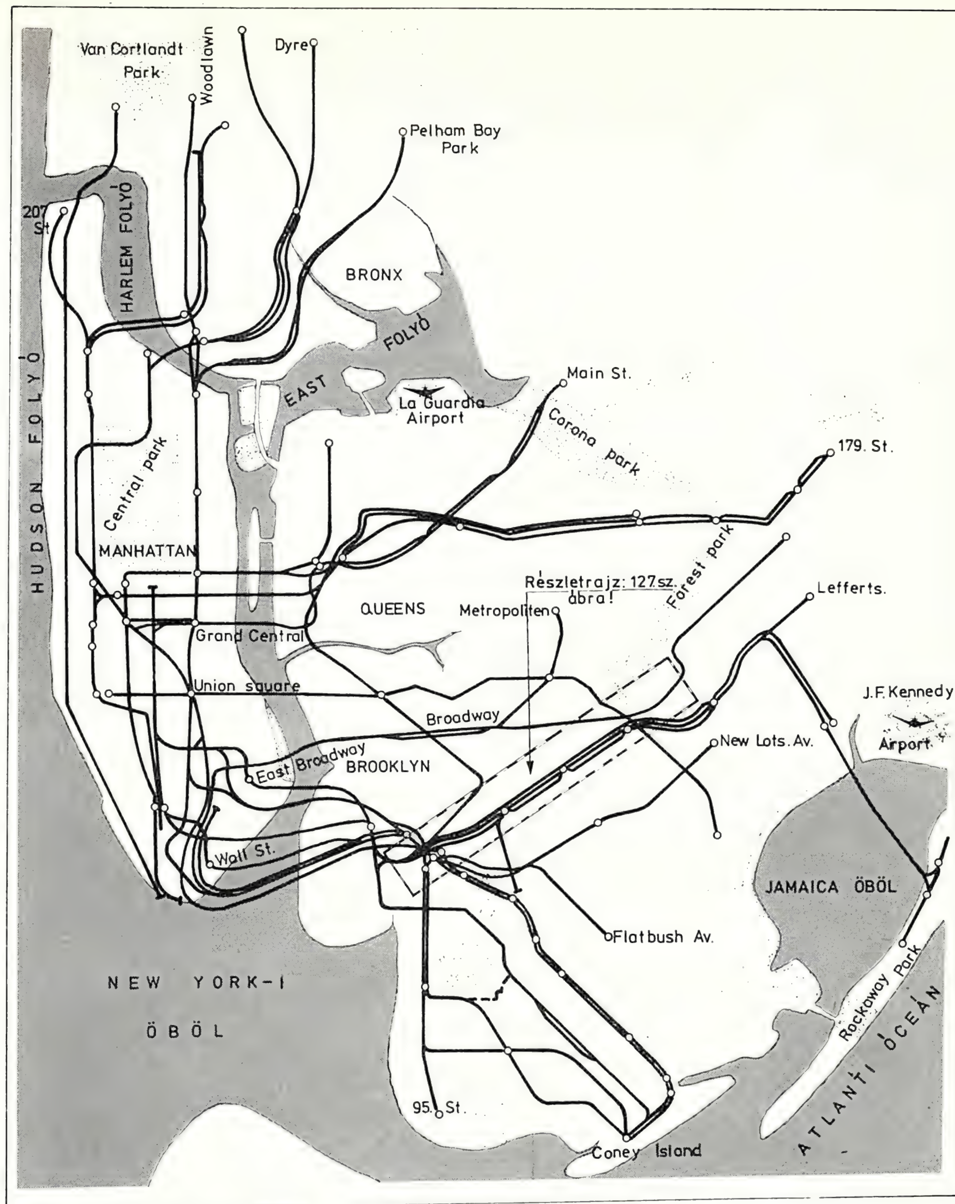
A vonal több szakaszán 3 és 4 pályás alagutak is készültek, de van kétszintű alagútszakasz is (Central Park-i alagút), ahol az egyik szintet a metró, a másik szintet a Long Island-i vasút részére építették.

A vasúti pálya normál nyomtávú (1435 milliméter), a minimális ívsugár 52 méter. Az alépítmény bebetonozott talpfa. Az állomások általában szélső peronos elrendezésűek. A négypályás vonalaknál középperonok vannak. Az állomásokat a föld alatt épített csarnok-aluljárókból lehet elérni, a mélyebb állomásokhoz lifttel és mozgólépcsővel lehet lejutni. A hálózaton üzemelő mintegy 6900 kocsi 28 különböző típushoz tartozik. Ezek között megtalálható az is, ahol a kocsivezető a sebességet műszer híján becsléssel állapítja meg, és a légkondicionált legújabb típus is. A szerelvények 4–11 kocsiból állnak. A csúcsórában 551 vonat, csúcson kívül 125 vonat közlekedik.

A 600–650 voltos egyenáramú vontatási tápfeszültséget 185 villamos alállomás biztosítja, általában harmadik sínről táplálva a vezetéket. Az éves villamosenergia-fogyasztás 1779 millió kilowattóra.

A vasútbiztosító berendezés automatikus vonatmegállítókkal kiegészített, fényjelzős, automatikus térközbiztosító rendszer. Megkezdődött az elektronikusan programozott automatikus vonatvezetési rendszer bevezetése.

A metróra a New York-i évi 1,8 milliárd tömegközlekedési utazásból 1,05 milliárd jut. A napi utazásoknak (hétköznap 3,2 millió) mintegy fele a csúcsórára jut. A legnagyobb állomási utasszám 29,8 millió/év, az 5. vonal Grand Central állomásán van. Az éves utasszám ma csak a fele az 1930. évi utasszámnak, amit a személygépkocsik számának növekedése és a közbiztonság romlása magyaráz.

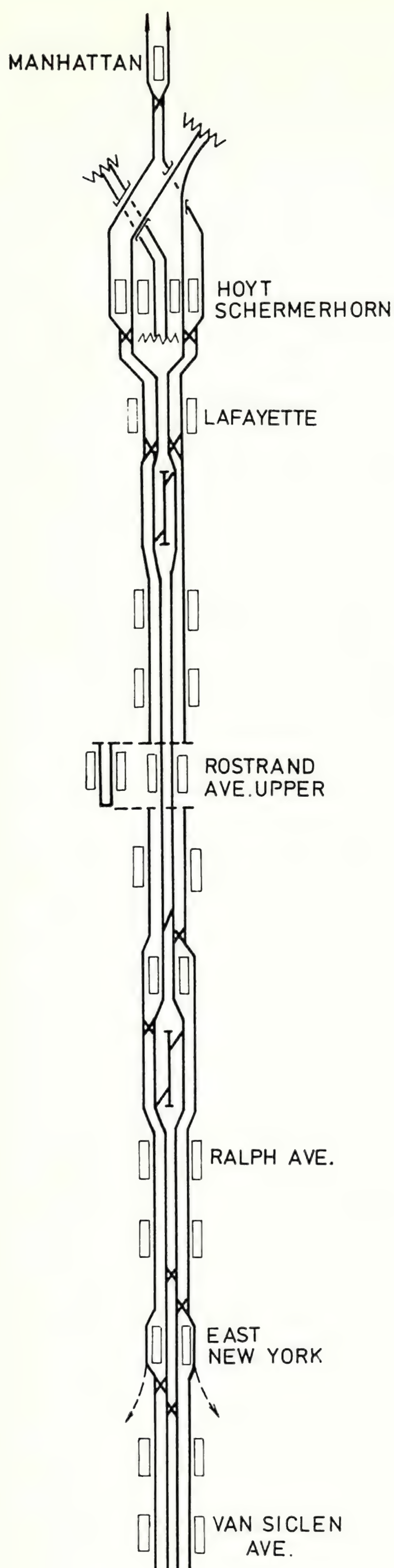


New York metróhálózata

Az energiaköltség növekedésétől a tömegközlekedési utazások növekedését lehet várni, bár a metróutazás nem olcsó (pl. a városközpont–repülőtér utazás díja 5 dollár).

Az átlagos utazási távolság 8 kilométer. Több vonalnak van gyorsforgalmú vonala, ahol az expressz vonatok nem állnak meg minden állomáson. A minden állomáson megálló helyi vonatokról az átszállás a közös peronokról lehetséges. Az átlagos utazási sebesség helyi vonatoknál 32 kilométer/óra, expressz vonatoknál 45 kilométer/óra. Óránként és irányonként 38, maximálisan 11 kocsiból álló vonat közlekedhet.

Az üzemidő 24 órás. A hálózat túlnyomó többségét üzemeltető vállalat (NYCTA) 1968-tól New York állam felügyelete alá tartozik. Ez egyben a legkorszerűtlenebb része is a hálózatnak és az állam nagy erőfeszítéseket tesz a színvonal javítására.



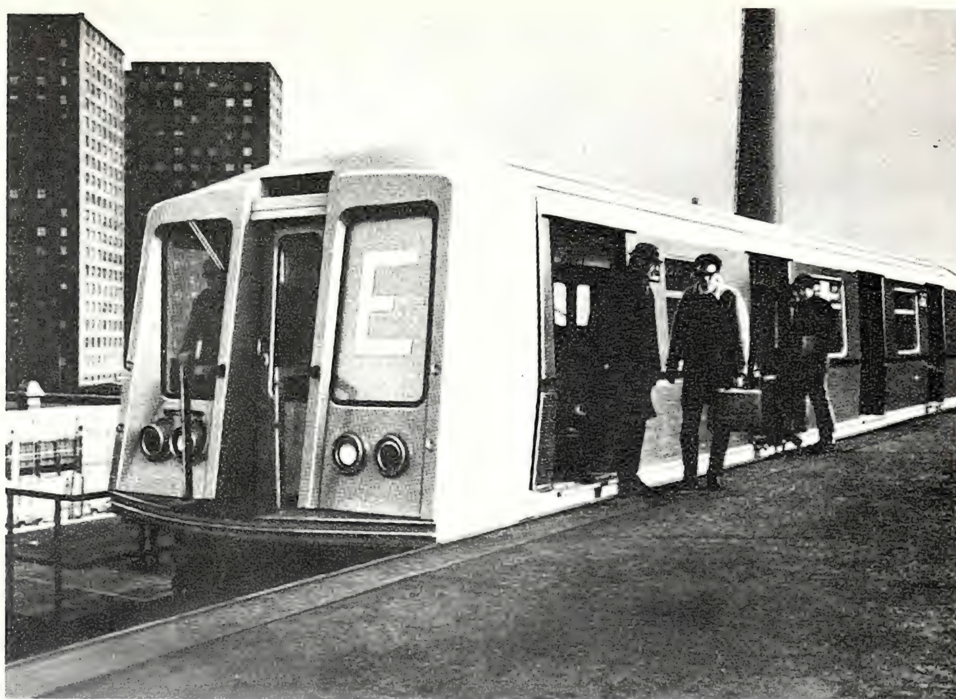
A rekonstrukcióra az 1981–85 közötti évekre 5,5 milliárd dollárt irányoztak elő.

Néhány év alatt 1800 új kocsit vettek, korszerűsítették az energiaellátást, megkezdték az állomások bővítését, átépítését (1980-ban 50 állomást újítottak fel.)

A hálózat 66 km-es bővítését tervezik, folyamatban van egy vonal meghosszabbítása Manhattan–Queens között, ami 1984-re fejeződik be. A következő öt évben újabb 1200 kocsit cserélnek ki és folytatódik az építési rekonstrukció is.

Jelentős a szerepe a New York–New Yersey közötti (PATH) földalatti vasútnak – (a 22 kilométeres vonalon bonyolódik a helyközi utazások 70 százaléka) –, ami lényegesen korszerűbb rendszer. A rendszer legnagyobb bővítése volt a vonal meghosszabbítása Manhattan központjáig, ahol az új végállomás a világkereskedelmi központ 110 emeletes iker-tornyai alatt fekszik.

Négypályás vonalszakasz, a középső kétpálya expressz, a két szélső pálya a helyi forgalmat bonyolítja



Metrókocsi

Nürnberg

A város lakossága a 183 négyzetkilométernyi közigazgatási területen belül mintegy félmillió és a régióval együtt sem több mint 800 ezer.

Mégis, amikor 1965-ben döntöttek a tömegközlekedés fejlesztéséről, a föld alatti villamosnak megfelelő premetró, vagy a hasonló nagyságú német városokban alkalmazott Stadtbahn helyett egy „valódi metró" megvalósítását fogadták el.

Az elfogadott 3 vonalas, 43 kilométeres alaphálózatot (59 állomás) a városrendezési, közlekedési, építési és költségszempontokat összevető 20 féle hálózati tervből választották ki számítógépes adatfeldolgozás segítségével.

A tervezett hálózatból körülbelül 25 kilométer hosszú vonal vezet alagutakban és ebből 10 kilométer mélyvezetésű.

A legkisebb kanyarulati sugár 180 méter, a mélyvezetésű szakaszokon 250 méter.

Az építési munkák 1967. március 20-án kezdődtek és 1972. március 1-én sor került az első 3,7 kilométer hosszú szakasz üzembehelyezésére, amely nagyrészben felszínen vezet.

A vonalat több szakaszban bővítették és az 1980-ban átadott résszel együtt jelenleg 12 kilométer üzemel. A napi utasszám több mint 100 ezer.

A teljes hossz 15 kilométer lesz, és a városközponton át összeköti Langwasser és Fürth elővárosokat, kapcsolatot teremtve a vasúti főpályaudvarral is.

A vonalnak 21 állomása lesz, amelyekből 15 föld alatti, 6 felszíni fekvésű. A teljes vonalból 6,3 kilométer felszínen halad, ebből 3,5 kilométer töltésen vagy bevágásban, 2,8 kilométer viadukton és hidakon fekszik. A 8,7 kilométer hosszú alagutakból 6,3 kilométer nyitott módszerrel épült, derékszögű négyszög keresztmetszettel, 2,4 kilométer mélyvezetésű kör keresztmetszetű alagút.

A vonalon a München részére kifejlesztett kocsikat üzemeltetik.

A vonal egyik üzemeltetési és építészeti érdekessége a Plärrer állomási „fényarchitektúra". A kétszintes földalatti állomás megvilágítását kupolákon átvilágító természetes fény és a mesterséges világítás együtt biztosítja oly módon, hogy ennek állandóságát fotocellás érzékelők önműködően szabályozzák.

Az egyvágányú mélyvezetésű, kör keresztmetszetű alagutak belső átmérője 5,6 méter, a kétvágányúaké 8,2 méter. A négyszög keresztmetszetű alagutakban középen oszlopsor van. A mélyvezetésű szakaszokon a pajzsos építési módszert vagy az új osztrák módszert alkalmazták.

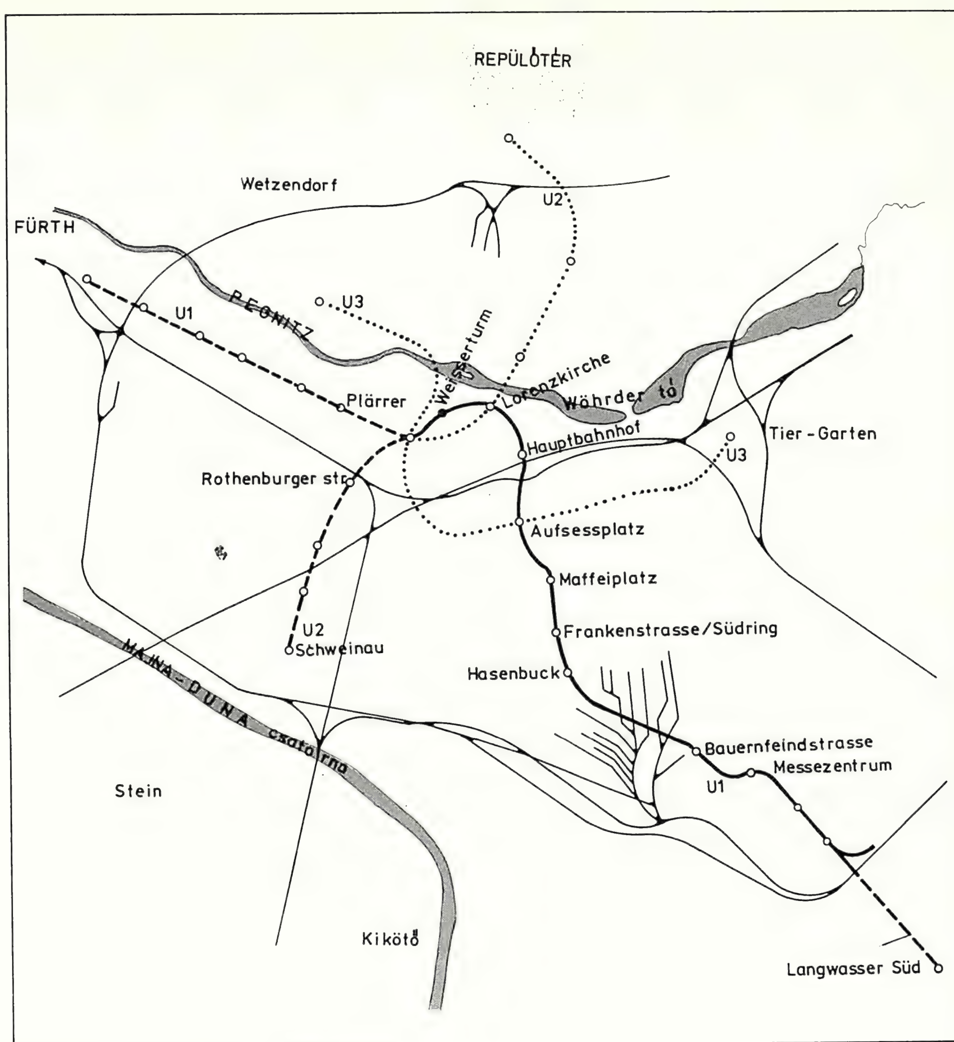
A felszínről nyitott eljárásoknál a résfalas építési módot használták leggyakrabban.

Az állomások minimális peronhosszúsága 90 méter.

Az U_1 vonal építésének befejezését Fürth főpályaudvarig 1984-re tervezik.

Az U_2 vonal a repülőteret köti össze a belvárossal, majd a délnyugati városrészen keresztül Stein felé halad. Teljes hossza 16 kilométer, 20 állomással.

Az első szakasz építése a Plärrer állomástól délre már megkezdődött, üzembehelyezése 1984-ben várható. Az U_2 vonalon 128 ezer lakos 27 ezer munkahelyet közelíthet meg.



Nürnberg metróhálózata

Az U_3 vonal az állatkerttől a déli városrészen keresztül a belvároson át, keresztezve az U_1 és U_2 vonalat, Wetzendorf felé halad, teljes hossza 12 kilométer 18 állomással.

Nagyobb távlatban lehetőséget látnak a hálózat elágazó vonalakkal történő bővítésére, így a villamosközlekedés teljesen megszüntethető.

A város és környéke közlekedési rendszerének része lesz, más német városokhoz hasonlóan, az elfogadott S-Bahn elővárosi vasúthálózat, melynek tervezett három vonala összesen 67 kilométer.

A teljes tömegközlekedési hálózat legfontosabb pontja a főpályaudvar, ahol a metró, S-Bahn, távolsági vasút, az autóbusz vonalak átszálló kapcsolatait alakítják ki.

Nyugat-Berlin

A közel 2 millió lakosú város 1980 végén 8 vonalból álló metróhálózattal rendelkezett. Ez napi 350 ezer utazást, a tömegközlekedési utazások 45 százalékát bonyolítja le. A fejlődést jól mutatja, hogy 1969-ben ez az arány csak 33 százalékos volt.

Az előzmények 1902. február 18-ig nyúlnak vissza, amikor a hálózat első szakaszát megnyitották.

A vonalszakasz magasvezetésű volt, de ideiglenes végállomáxa a Potsdamer Platz, már alagútban helyezkedett el.

Az első vonalakat (a mai 1., 2., 3., 4. számúakat) 2,3 méter szélességű, úgynevezett kis keresztmetszetű kocsikra méretezték, ennek megfelelően a kétvágányú alagút mérete 6,24×3,6 méter. A hálózat 73 kilométerre növekedett 1930-ig. Ennek egy része már nagyobb keresztmetszettel épült.

Ezt követően 23 évig nem épült a metró. A városért folytatott harcok során 1945-ben a hitlerista csapatok a vonalhálózat egyharmadát vízzel árasztották el és egyes szakaszok tönkrementek.

A forgalom 1947-ben indult meg újra, és 1951-ben fejezték be teljesen a helyreállítást.

Az új vonalszakaszok építése 1953-ban kezdődött és 1980 végéig 46 kilométer „nagy keresztmetszetű" vonal készült el. Így a már működő hálózat hossza 101 kilométer lett, 135 állomással.

Az újabb állomásokhoz kapcsolódó gyalogos aluljáróknál gyermekkocsik közlekedésére alkalmas rámpákat is építettek. A mozgólépcsők általában csak felfelé üzemelnek.

A teljes hálózatból 7,9 kilométer az NDK fővárosának, Berlinnek a területére esik, ennek üzemeltetését a Berlini Közlekedési Vállalat látja el, bérleti alapon. A fenntartási munkát az NDK illetékes vállalatainál rendelik meg. A nyugati vonalak állomásai közül csak a Friedrich Strasse állomást használhatják az utasok és ez egyben a két városrész közötti közlekedési kapcsolatok egyike is, a 6. és 8. vonal többi NDK állomásán átrobog a vonat.

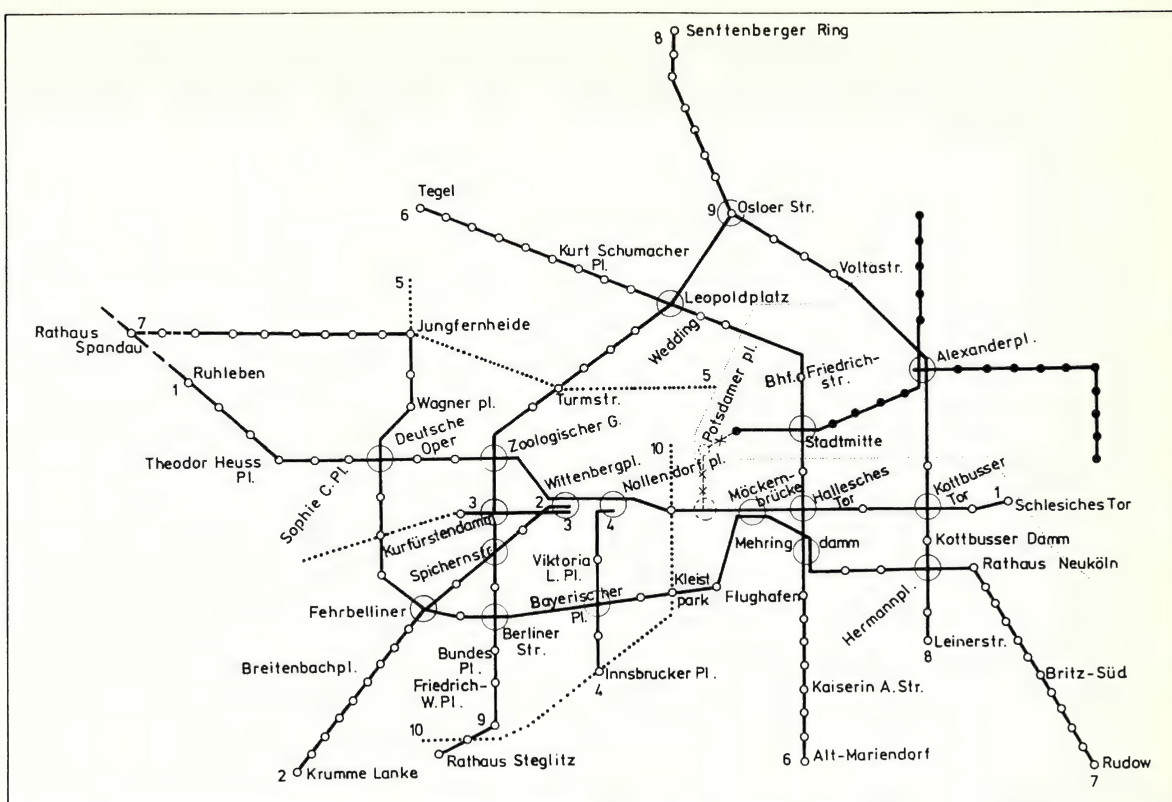
Az új vonalakon a kedvezőtlen geológiai adottságok és magas talajvízszint miatt a a nyílt munkagödrös (úgynevezett berlini és hamburgi módszerű) építés a jellemző. Az alagutak általában a felszín alatt 7–8 méter mélyen húzódnak. Ahol ezt városrendezési, vagy műszaki okok indokolták, ott pajzsos alagútépítési módszert alkalmaztak (Bismarck Strasse és Richard Wagner Platz között) keszonos módszerrel. Az Amsterdamban sikerrel bevezetett süllyesztett alagútelemekből is építenek egyes szakaszokat.

A vasúti pálya a teljes hálózaton normál nyomtávú. A felépítmény hagyományos, zúzottkőre fektetett faaljakra kerül a 41 kilogram/folyóméter tömegű sín.

A vasbeton alj alkalmazásával is kísérleteztek, de zajossága miatt elvetették.

A minimális ívsugár 300 méter, de a régi vonalakon 80 méter is előfordul.

A vontatási áram 750 voltos egyenáram, melyet a kocsik áramszedő papucsai a „kis



Nyugat-Berlin metróhálózata
(Kelet-Berlin állomásai ponttal, Nyugat-Berliné körrel jelölve)

profilú" szakaszokon felülről, a „nagy profilú" szakaszokon alulról, a harmadik sínt érintve juttatnak a motorkocsikhoz.

A vasútbiztosító berendezés 1911-ig a hagyományos, térközbiztosítós volt, a mechanikus vonatmegállító berendezéssel kiegészítve. Ezt követően az autostopokat induktív vezérlésűre cserélték, és áttértek az egyvezetős üzemre.

A folyamatos vonatbefolyásolási rendszert négyéves próbaüzem után 1976-ban, az automatikus vezetési üzemmódot 1981-ben vezették be.

A hálózaton mintegy 1000 kocsit közlekedtetnek, a „kis profilú" szakaszon 8 kocsis, a „nagy profilú" vonalon 6 kocsis szerelvényekkel.

Európa első váltóáram-hajtású metrókocsiját itt próbálták ki 1978-ban.

A kísérletek során 25 százalékos energiamegtakarítást értek el és bizonyították a karbantartási igény jelentős csökkenését. Ennek nyomán 1981-re további 6 aszinkronhajtású kétkocsis vonategységet rendeltek.

E kocsikban 70 kilowatt teljesítményű háromfázisú indukciós motor van, mely rekuperációs fékezésre is alkalmas.

A hálózatot nagy távlatban 200 kilométeresre akarják bővíteni. Jelenleg építik a 7-es vonalat, 4,7 kilométer hosszban Spandau városházáig, 1984. évi indítással, és a 8-as vonal egy 2,9 kilométeres meghosszabbítását 1986. évi üzembehelyezéssel.

A tervezés stádiumában van egy új vonal (10. sz.) melyet 1986-ig kezdenek építeni.

Osaka

Honshu szigetén a Jodo és Jamato folyók torkolatánál fekszik Osaka, Japán második legnagyobb városa. Nagy kikötőváros, a kelet Velencéjének is nevezik. Folyók, csatornák szelik át, hatalmas ipari központ. A város 208 négyzetkilométeres területén 2,8 millió lakos él. A várost övező, azzal szoros kapcsolatban álló 1850 négyzetkilométeres környezetben 8,3 millióan élnek.

A város tömegközlekedését a metró, a közúti villamos, autóbusz és trolibusz bonyolítja le. A környék forgalmában nagy szerepet játszanak az államvasút és a magán vasúttársaságok elővárosi vonalai. A város útfelületei csak 10 százalékát teszik ki a város területének (Londonban ez 23%, New Yorkban 35%), így az utak rendkívül zsúfoltak. Ez szükségszerűvé tette a földalatti közlekedési hálózat kiépítését.

A metró építését 1926-ban határozták el. Egy hat vonalból álló, 114 kilométer hosszú hálózatot terveztek. Az építés 1930-ban kezdődött meg és 1933 májusában nyitották meg az első, 3,2 kilométeres vonalszakaszt, az Umeda állomástól a Shinsaibashi állomásig. Ez a város legnagyobb vasúti pályaudvarát köti össze a városközponttal.

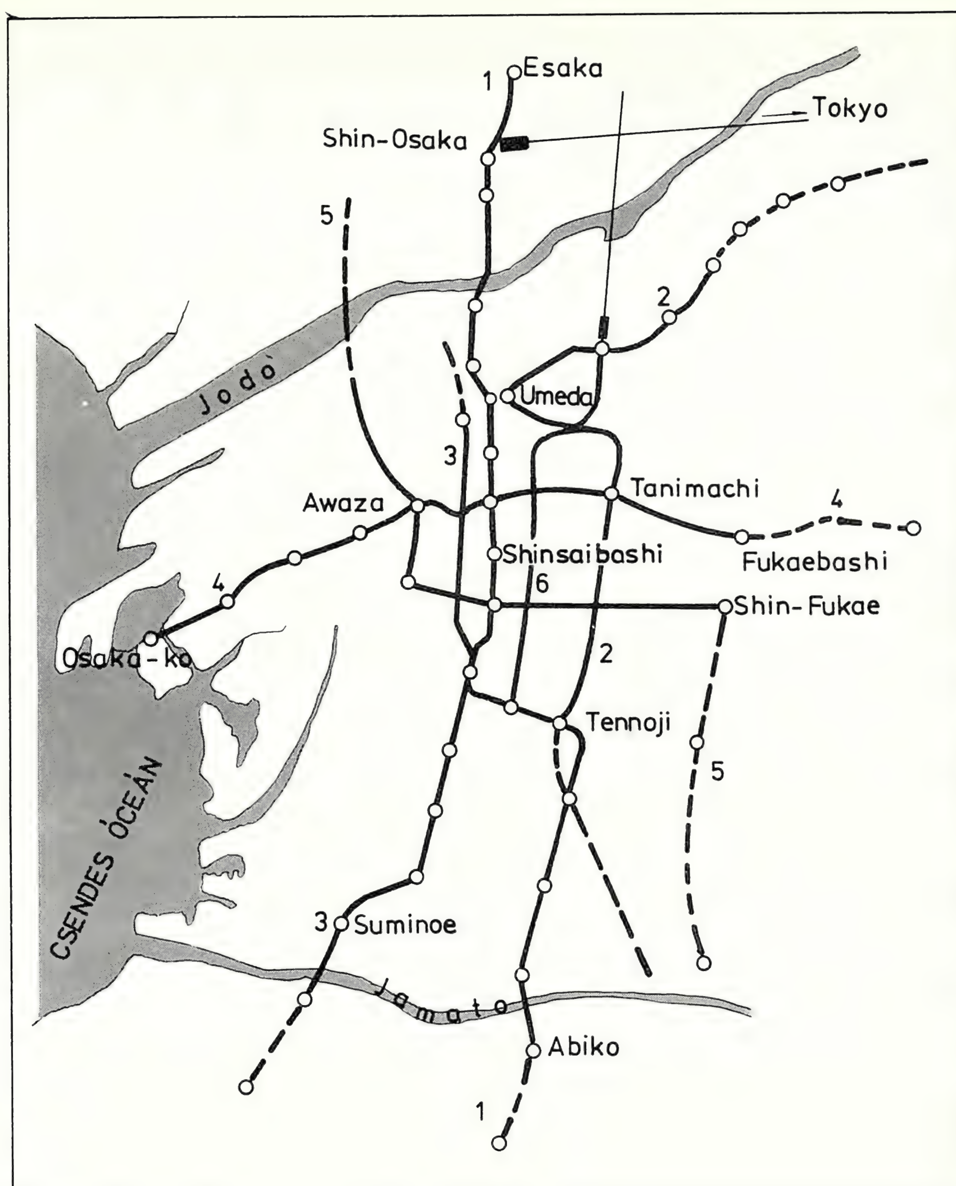
1942-ben 8,8 kilométerre növekedett a most már két vonalból álló hálózat (1. és 3. vonal). Ezután a második világháború miatt szünetelt a továbbépítés 1950-ig. 1965-ben 32 kilométerre növelték a vonalakat. 1980-ban a hálózat már 86,1 kilométeres, hat vonalból áll, 81 állomással. Az építésnek nagy lendületet adott az 1970-ben megrendezett Expo'80 világkiállítás.

A hálózatot a vonalak derékszögű rendszerben történt elhelyezése jellemzi. Általában nagyon ritka az ilyen megoldás. Így ugyanis nehéz a közvetlen átszálló kapcsolat kialakítása a párhuzamos vonalak között. Egyébként a vonalak itt is átmérős vonalak, a városközpontot átszelő és a külvárosokba kivezető elrendezést alkalmazták.

Az átlagos állomástávolság 1150 méter, ami az európai gyakorlatnak felel meg. A vonalak körülbelül 85 százaléka föld alatti elhelyezésű. Egyes rövid szakaszok magasvezetésűek (például a 4. vonal kikötőbe vezető szakasza). Az állomások egy része középperonos, egy része oldalperonos elrendezésű. Az állomások hossza nem egyforma, a régebbi vonalakon 95 méter, később 200 méter hosszú peronokat építettek.

A vonalakon a legnagyobb emelkedő 35‰, a legkisebb kanyarulati sugár 120 méter, s ez igen kedvezőtlenül hat a vonat sebességére.

A város alluviális altalaja nem kedvez az építésnek. A talajvíz is igen magasan fekszik. Az első vonalat a felszínről, nyitott építési módszerrel építették. A munkagödör víztelenítésére szádfalakat használtak, egyes helyeken berlini dúcolással építettek. Újabban nagyon elterjedt a résfalas építési eljárás. A régebbi alagutak vasbeton szerkezettel, középen fallal alátámasztott megoldással készültek. A folyó alatti szakaszon beúsztatott vasbeton süllyesztő szekrényekkel alakították ki az alagutakat. Levegőtúlnyomást is használtak a víz kiszorítására. A szekrények 35 méter hosszúak és 10 méter szélesek voltak.



Osaka metróhálózata

A 4. és 5. vonal építésénél a mélyvezetésű szakaszokat pajzsos alagútépítési eljárással készítettek.

A pajzsok 7 méter külső átmérőjű, 5,7–6,9 méter hosszú, henger alakú acélszerkezetek, amelyek mozgó dúcolásként működtek. Kezdetben kézi fejtéssel dolgoztak, később rátértek a mechanikus fejtésű szerkezetekre. Többféle megoldást alkalmaztak a homokos, illetve az iszapos vagy agyagos talajokban. Általában a mélyvezetésű szakaszokon két külön alagútban helyezték el a vágányokat. Épült azonban olyan vonalszakasz is, ahol a két vágány közös kör alakú alagútban fekszik. Ez egy igen nagy, 10,1 méter külső átmérőjű alagút, amelyet ugyancsak pajzshajtással építettek.

Az alagút falazatát öntöttvas tübbingből vagy vasbeton elemekből készítették. A vasbeton gyűrűkbe egy belső szigetelést és egy azt megtámasztó belső vasbeton

falazatot építettek. Több helyen fagyasztásos eljárást is használtak a vízdús homokos talajok szilárdítására.

Az 1. vonal a Jodo folyót az északi részén hídon keresztezi és a felszínen vezet tovább.

Az újabb tervek szerint 145 kilométeresre tervezik a metróhálózatot. A vonalak kapcsolatban vannak a vasúti pályaudvarokkal és az elővárosi vasutakkal. Az 1. vonal Shin–Osaka állomásánál kapcsolódik a Tokióba közlekedő különlegesen gyors „Tokaidó" expressz-vonathoz.

A vontatáshoz 750 volt feszültségű egyenáramot használnak, amely a harmadik sínről felső tapintású áramszedők útján jut a kocsikra. Egy vonalon 1500 volt feszültségű felsővezetékes rendszer van.

A kocsik több típusa van forgalomban. A régebbiek 17,7 méter hosszúak, 2,9 méter szélesek és 3,75 méter magasak és négy 90 kilowattos motor hajtja őket.

Az új kocsik 18,9 méter hosszúak és 4 darab 120 kilowattos motorral felszereltek. Az ajtók 1,3 méter szélesek és egy kocsin 3 ajtó van egy-egy oldalon. Az új kocsik befogadóképessége 145 utas, ebből 56 az ülőhelyek száma. A szerkezetük alumíniumötvözet, a tömegük 32 tonna.

A vonatok 4 vagy 8 kocsiból állnak. Csúcsidőben 2,25–5 percenként, máskor 4–7 percenként közlekednek.

A vasútbiztosító berendezés a szokásos védőszakaszokkal és autostoppal felszerelt térközbiztosító rendszer. Egyes vonalakon automatikus vonatvezetés is működik. 1978-ban 24 állomáson működtek mozgólépcsők, összesen 43.

A forgalom rendkívül nagy, az éves utasszám 715 millió, a teljes tömegközlekedés 78 százaléka.

Egy új, a metrónál kisebb teljesítményű közlekedési eszközt építenek a metró délen fekvő Suminoe állomásától kiindulva az új kikötői városrészbe. Ez gumikerekeken, U-alakú beton pályatesten közlekedő vonat, amely négy 8 méter hosszú kocsiból áll. A pályája teljesen zárt, keresztezésmentes, magasvasútként kialakítva. 24,8 kilométer/óra utazási sebességgel közlekedik és 12 ezer utast tud óránként szállítani. Teljesítménye lényegesen kisebb a metróénál, viszont sokkal olcsóbb az építése, minthogy a felszínen magasvasútként készül.

Oslo

A személyszállítás Oslóban, illetve akkor még Christianiában 1875-ben indult meg, két lovas kocsival. Az első villamos 1948-ban jelent meg, amikor a lakosok száma már 150 ezer volt.

A város a fjord végénél települt, ami hajózható és télen is jégmentes, így lehetőséget biztosított, hogy Oslo a norvég gazdaság és közlekedés központjává fejlődjön. A lakosság száma mintegy 550 ezer, a városkörzettel együtt egymillió, a városközpontban foglalkoztatottak száma mintegy 150 ezer.

Amikor 1948-ban közigazgatásilag a városhoz csatolták a környező megyét, a lakásépítés a környező területeken nagy lendületet kapott. Egyik elővárosnál, amelyet több lakóteleppel, összesen 160 ezer lakosra terveztek, született meg a határozat, hogy az elővárost és a központot metró kösse össze. Ehhez felhasználták a már működő elővárosi vasutakat.

A négyvonalas metróhálózat tervét 1954-ben fogadták el, az első szakaszt 1966-ban adták át és azóta folyamatos a bővítés. A hálózat tervezett hossza 50 kilométer, 45 állomással.

A vonalak a város belső szakaszán találkoznak és 2 kilométer hosszban közös alagútban futnak. Az alagútépítést a rendkívüli talaj- és terepviszonyok nehezítették. A sziklából álló altalajt agyaggal feltöltött csatornák harántolják, melyek szilárdsága igen kicsi, így felváltva kellett sziklaalagutat és monolit beton alagutat építeni.

A centrumban a közös alagútszakaszt nyitott munkaárokból, 25 méter mélyen építették.

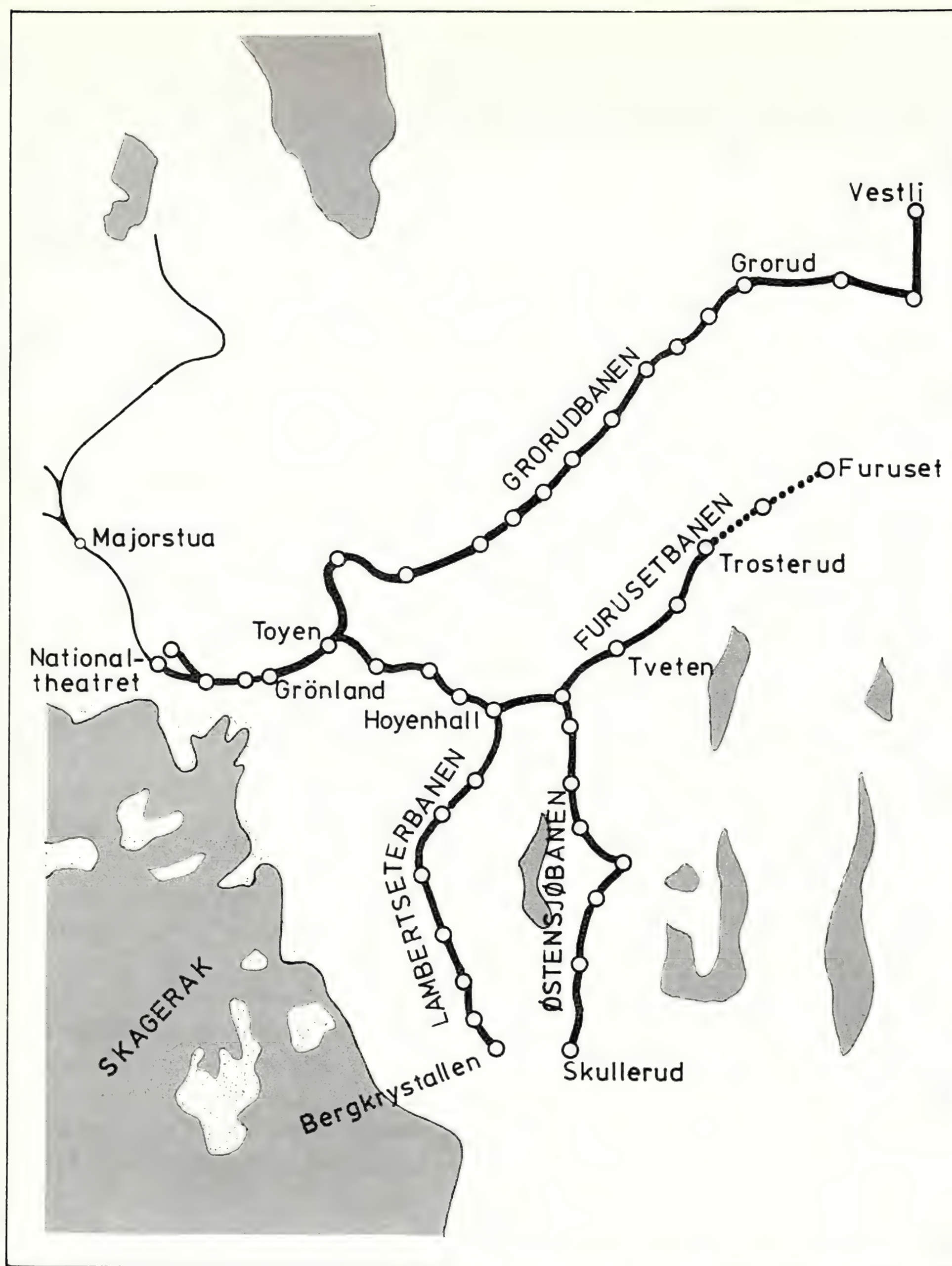
A vonal magassági helyzetére jellemző, hogy a tengerszint alatti 8 métertől a tengerszint feletti 183 méterig változik, így 50 ezrelékes emelkedők gyakran előfordulnak és az állomások is 3 ezrelékes emelkedőben vannak. A legkisebb ívsugár a vonalon 200 méter.

Az állomások peronhossza 110 méter, csak szélsőperonos állomásokat építettek. Tipikus állomása a „Grönland" állomás modern pénztárcsarnokával és a hozzá csatlakozó aluljáróval.

Az áramellátás az 5000 voltos váltóáramú városi hálózatról 14 egyenirányító alállomás közbejöttével 750 voltos egyenáramú, alsó tapintású harmadik sínről történik. Az üzem távműködtetett, automatizált.

A vasútbiztosító berendezést sebességellenőrzéssel látták el. A 200–300 méteres szakaszokra bontott pályarészekre előírt sebességet a berendezés összehasonlítja a vonat tényleges sebességével és túllépés esetén a légféket automatikusan működésbe hozza. Az engedélyezett 15, 30, 50, 70 kilométer/órás sebességet a vezetőfülkében is kijelzik a műszerek, a túllépést akusztikus jel is közli. A kényszerfékezésre akkor kerül sor, ha 1,5 másodpercen belül a vezető nem kezdi meg a fékezést.

A kocsik 17 méter hosszúak és 3,2 méter szélesek, keresztüléses elrendezésűek. A szélesség nagyobb, mint a földalattiknál szokásos, az oslói elővárosi vonalak kocsiszélességével azonos.



Oslo metróhálózata

A járművek acélvázas motorkocsik, számuk: 105. Közülük 30-nak kétoldalt van vezetőfülkéje. A keresztirányban elhelyezett ülőhelyeken 60 férőhely van és ezenkívül 107 állóhely is. Az ikerajtók szélessége 1,25 méter.

A kocsikat négy 98 kilowattos motor hajtja meg. A kocsik fűtésére a motorok és fékek által termelt hőt használják, melyet termosztáttal vezérelnek. Nyáron a kocsikat szellőztetik. A kocsiban 1 méter magasságban a minimális megvilágítás 100 lux.

A kocsik tárolása egy 100 ezer négyzetméteres csarnokban történik, a javítási munkákra 7 ezer négyzetméter összterületű üzemet létesítettek.

Párizs

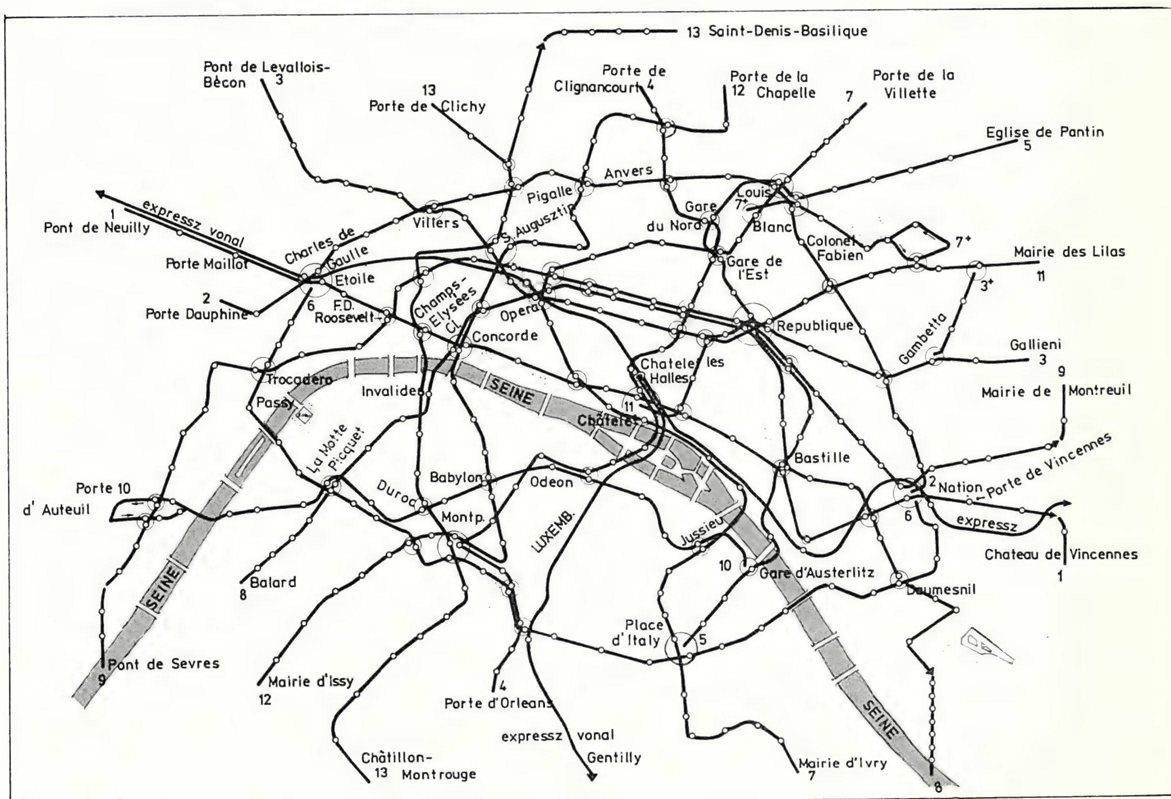
Franciaország szíve, Párizs, a különböző krízisek ellenére zavartalanul és állandóan tovább fejlődik. A főváros környezetével együtt a lakosok száma meghaladja a 8,5 milliót, ha azonban az előző században meghatározott városhatáron belül számláljuk össze a lakosokat, akkor ez változatlanul 2,1 millió embert jelent.

Az a gondolat, hogy a párizsi utakat tehermentesítsék földalatti vasúttal, először 1855-ben merült fel. Az 1870–71-es francia–német háború után újból és komolyan kezdtek a gondolattal foglalkozni.

1898. március 30-án törvénybe foglalták 5 villamosított földalatti vasút építésének engedélyezését 65 kilométeres hálózathosszal. Eredetileg 1000 milliméteres nyomtávval és 1,80 méteres kocsiszélességgel számoltak. A munkák kezdetén azonban a végleges nyomtáv 1435 milliméter, és a kocsiszélesség 2,40 méter lett.

1900. július 19-én megnyitották az 1. vonal első szakaszát Porte Maillot és Porte de Vincennes között. 1900 végén 13,35 kilométeres vonal 22 állomással működött és évente több mint 42 millió utast szállított.

1905-ben a vonalhálózat hossza már 30 kilométer volt, a 2. vonal a Nation-Porte–Dauphine, a 3. vonal Villiers–Gambetta, a 6. vonal Etoile–Passy között üzemelt. A 2. vonalon az Anvers és a Colonel Fabien közötti vonalszakasz kivételével a szerelvények a föld alatt futottak.



Párizs metróhálózata

1905–1911 között a hálózathossz 82 kilométerre nőtt. 1920-ig a gazdasági krízis miatt csak 16 kilométerrel gyarapodott a hálózathossz. Nagyobb építkezésre 1923, 1928 és 1931-ben került sor. Például 1931-ben indították a 10. vonalat Place Jussieutől és az Invalides–Duroc vonalszakaszt, amely ma a 13. sz. vonal. A hálózathossz ekkor 128 kilométer volt és még mindig nem terjedt túl a városhatáron.

A párizsi metrót eredetileg arra tervezték, hogy kizárólag városi szerepet töltsön be a közigazgatási határok közé zárt és másodlagos jelentőségű külvárosok által körülvett városban. Azért létesítették, hogy fölváltsa a számtalan omnibusz-vonalat, amelyek elfoglalták a keskeny utakat. Nyomvonalát föld alatt állapították meg, kivéve néhány, viadukton vezető szakaszt, amelyek lehetővé teszik a párizsi domborzat fő mélyedéseinek áthidalását.

A vonalakat 1934-től kezdve meghosszabbították a közeli külvárosok felé.

Ezek az adottságok magyarázzák a hálózat kialakításának lényeges jellemzőit:

– rövid vonalak elágazás nélkül, melyek hossza 1,3 és 19,6 kilométer között van;

– zárt háló, amely feltárja Párizs egész belsejét;

– a kocsik viszonylag keskeny szélessége (2,40 méter) és a kis sugarú ívek, ami lehetővé teszi a vonalak építését kis mélységben az utcák alatt;

– közeli állomások (átlagos távolság az állomások között 536 méter), melyek nem túl hosszúak (75, 90 vagy 105 méter).

A metró mai 13 vonalának összes hossza 183,3 kilométer, ebből 170 a föld alatt van, 9,9 viadukton vezet. 353 megállója van, ebből 52 átszállóhely.

A végállomásokat tároló vágányok egészítik ki, amelyeket kisforgalmú órákban és éjszaka azok a vonatok foglalnak el, amelyek nincsenek a forgalomban.

Minden vonal egyik végállomásának egyik sínpárját „szerelőaknával" látták el, hogy a karbantartó szolgálat személyzete elvégezhesse a hibakeresést vagy ellenőrzéseket.

Egyes vonalakon olyan állomások is vannak, amelyek közbenső végállomásokat képeznek.

Az alagutak – ha eltekintünk néhány, fúrópajzzsal készült rövid szakasztól és nyitott módszerrel a felszínről épített szakasztól – a legnagyobbrészt bányászati eljárással, az úgynevezett „belga" módszerrel készültek. Az építést több dúcolt aknából indítva, lehetővé vált több földalatti szakasz egyidejű fejtése. Az alagutakat „kosárív" alakú boltozat alkotja mészkőből, vagy homokkőből, melyeket a kissé íves alapra támaszkodó beton oldalfalak tartanak.

Az alagutak szokásos belső mérete 7,10-es szélesség, 5,20 méteres magasság.

A peronok néhány kivételtől eltekintve, szélső elrendezésűek. A szélső peronra vezető lejáratot automatikus korlát zárja el, így a vonat beérkezése után újabb utas nem haladhat ki a peronra. A peronok 4 méter szélesek és 0,85 méter magasságban vannak a sín fölött (1,04 méterre az 1., 4., és 11. vonalon, amelyen gumiabroncson futó vonatok járnak).

A pályán a maximális emelkedő általában 40 ezrelék alatt van, a legkisebb ívsugár 75 méter, kivételesen 40 méter.

Az 1435 milliméteres nyomtávú pályát csaknem egészében vignol típusú sínek alkotják (tömegük méterenként 52 kilogramm), amelyek talpfákon és kavics ágyazaton helyezkednek el. Egyes szakaszokon a pályát betonalapra fektették.

Három vonalon gumiabroncsos kocsik közlekednek. Itt a pálya főbb részei a következők:

– két acél, vagy vasbeton hossztartó a légpárnás gumiabroncson futó kerekek gördüléséhez;

– két acélból készült oldalvezető, a gumiabronccsal felszerelt vezetőkerekek részére, ami egyben a vontatási áram bevezetését is szolgálja;

– két klasszikus típusú futósín, amely biztosítja a vontatási áram visszavezetését, a jelzőberendezés működtetését és a biztonsági acélkerekek gördülését, a gumiabroncsok defektje esetén, valamint a váltókon való áthaladáskor.

A gumikerekek átmérője (futókerekek) 1,10 méter. A belső nyomásuk 9 atmoszféra a motorkocsiknál, illetve 6,5 atmoszféra a pótkocsiknál. A vezetőkerekek átmérője felfújt állapotban 55 centiméter, 10 atmoszféra nyomásnál.

A gumikerekek töltésére nitrogént használnak, hogy a tűzveszélyt kizárják.

A szellőzésről a föld alatt az állomások bejáratai és természetes szellőző nyílások, valamint szellőztető ventillátorok (szám szerint 124) gondoskodnak, amelyek vagy kifelé szívják az alagút levegőjét, vagy – ellenkezőleg – friss levegőt fújnak a föld alá.

A beszivárgó víz eltávolítására 235 szivattyúállomást építettek, amelyek általában a vonalszakaszok legmélyebb pontjain vannak.

A kocsik – még a legrégibb típusúak is – teljesen fémszerkezetűek és forgózsámolyos kialakításúak.

A kocsiszekrények magassága a sín fölött 3,43 méter. A kocsiszekrények hossza: 13,6–15,1 méter.

A vonatok mozgását kronotachimetrikus készülék ellenőrzi. Ez a készülék regisztrálja papírszalagon az időt, sebességet és az indítási jelzést.

A hálózat 353 állomásából 74 van személyszállító emelő berendezéssel fölszerelve, 10 db felvonókkal, 62 mozgólépcsőkkel és 2 mozgólépcsőkkel és felvonókkal is.

A mozgólépcsők, amelyekből 145 van, általában automatikusan jönnek mozgásba, fotocellák hatására.

Az utasok gyaloglásának csökkentésére a vonalak között vezető folyosókban (amely



Metrószerelvény a 7. vonalon

néha elég hosszú az állomások viszonylagos helyzete folytán) mozgójárdák vannak egyes átszálló állomásokon (Chatelet: 2 darab 132 méter hosszú járda, Montparnasse Bienvenue: 3 darab 185 méter hosszú járda).

A vontatási áramot 15 000/750 voltos áttételű transzformátorok és 1750, 2300 és 4000 kilowatt teljesítményű automatikus vontatási egyenirányítók szolgáltatják. A több mint száz egyenirányító állomás mind szilíciumdiódákkal fölszerelt.

A segédüzemi energiát (világítás stb.) 15 000/380/220 voltos áttételű 100 és 630 kilovoltamper teljesítményű transzformátorok szolgáltatják.

A metró vontatási egyenirányító állomásait négy nagy táp- és vezérlőállomás táplálja (63–15 kilovolt).

A 63 kilovoltos állomás két 30–40 megavoltamperes transzformátorból és 2100 kilovoltamper biztonsági dízel áramfejlesztő gépcsoportból áll.

A vontatási áram ellátását 750 voltos egyenfeszültséggel harmadik sín biztosítja.

Az áram visszavezetése a pályasíneken történik, amelyek emiatt hegesztettek és részt vesznek a jelzőberendezések működésében is, szigetelt sínáramkörök útján.

A fővágányok jelzőberendezése rögzített térközszakaszú, sínáramkörös. A szigetelt sínszakaszok alkotnak egy-egy áramkört, amelyben a kocsik tengelyei, vagy a gumikerekes kocsi negatív szedősarui útján létrejövő rövidre zárás jelzi a vonatok jelenlétét.

A vonalakon fokozatosan kiépítették az automatikus vonatvezetési rendszert, amely biztosítja a vezetési műveleteket és figyeli a jelzéseket.

A berendezés biztonsággal látja el a következő feladatokat:

– a vonat elindítását az állomásról a személyzet engedélyével, amikor az utasok ki- és beszállása befejeződött és a jelző szabadra áll;

– a közlekedést két állomás között a pálya által megkövetelt sebességkorlátozás tiszteletben tartásával és a jelzők jelzéseinek követésével;

– a vonat megállítását a személyzet közreműködésével, vagy baleset esetén az utasok segítségével;

– a vonat megállítását a következő állomáson, bármekkora is a vonat terhelése.

A megvalósított technika lényege a következő:

Az alapvető biztonságot és a biztonsági információkat változatlanul az alapbiztosítóberendezés szolgáltatja.

A pálya–vonat kapcsolat egy 135 kHz-es jel alacsonyfrekvenciájú fázismodulációjával valósul meg. Ez az alapfrekvencia fázismodulációs „táviratokkal", 12 egyidejű információ továbbítására alkalmas, a sebességszabályozó hurkok táplálásával együtt.

A rendszer felépítéséből adódóan a pálya minden pontját felszerelték haladási és megállási programmal. A programok kábelhurok keresztezésekből állnak, melyek hosszát az adott ponton a vonat megkívánt sebessége és egy konstans alapidő határozza meg.

Az egyes keresztezések közötti távolság megtételéhez szükséges időnek közel kell lennie az alapidőhöz.

Ha a vonat a keresztezések közötti távolságot nagyobb idő alatt teszi meg, mint az alapidő, a vonatberendezés vontatási utasítást ad, ellenkező esetben pedig fékezési utasítást, amelynek hatása arányos a menetidő és az alapidő közötti különbséggel.

Állandó sebességű szakaszokban a keresztezéseknek állandó hosszúságuk van, lassuló vagy megállási szakaszon az egymás után következő keresztezések hossza aritmetikai program szerint csökken.

A sebességszabályozás az állomások közötti menetidő módosításából áll, a telepített hurok-kiosztásból adódó menetinformáció változtatásával.

Ezt az információt az alapfrekvencia változtatásával (134,5 kHz–135,5 kHz) 100 Hz-es lépcsőzéssel, több száz lehetőség szerint állítják elő. Ezzel lehetőség nyílik az eddigi fix menetdiagramnak a forgalom igényei szerinti megváltoztatására.

A sebességszabályozás bevezetésével a menetidő ± 15 százalékos módosítása lehetséges.

A menettípust az állomások közötti távolság és az érvényes menetrendi vonatkövetési idő alapján határozza meg egy számítógép. Ezek a menettípusok (menetdiagramok) úgy vannak kiválasztva, hogy mindegyikük az előzőből származtatható egy állandó időtoleranciával. Gyakorlatilag az automatikus vezérlőrendszer a számítógéptől jövő parancsra kiválasztja a pályaprogramba vezetendő nagyfrekvenciájú segédfrekvencia értékét (135–135,5 kHz).

A vonatberendezés alapfrekvenciája (134 kHz) összehasonlításra kerül a mindenkor vett és a pályáról érkező frekvenciával. A frekvenciakülönbség alapján nyert sebességinformáció határozza meg az érvényes sebesség utasítást.

Az állandó kapcsolat a vonatok vezetőfülkéje és a vezérlő állás, valamint a központi ellenőrzés között nagyfrekvenciás telefonberendezéssel biztosított, amelynek árama a vontató tápsíneken halad át.

A menetidő a legtöbb vonalon fél óra körüli (csupán 4 vonalon 40–50 perc).

Az üzemidő 5.30 órától 1.15 óráig tart.

A vonatok összeállítása egy-egy vonalon a nap folyamán nem változik.

A vonatok követési időköze a csúcsidőn kívül 5–7 percre nő, a fölösleges vonatokat a végállomások mellékvágányain tárolják.

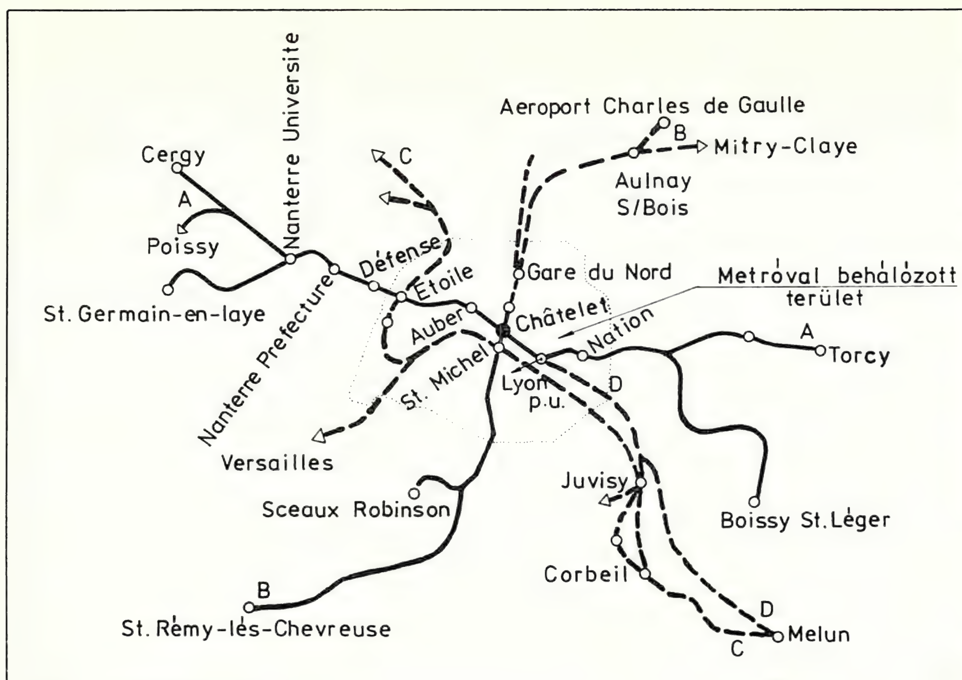
A napi átlagos utasszám: 3,5 millió.

Az a körülmény, hogy a párizsi metró hálózata, kapacitása elsősorban a városi és nem a környéki utasokat szolgálja, valamint az, hogy a kiterjedt elővárosi vasúti hálózatot be kellett kapcsolni a városi közlekedésbe, indokolta egy második földalatti vasúti rendszer létrehozását (röviden: expressz metrót).

A rendszer alapelve, hogy elsősorban a nagyobb közlekedési csomópontokat közvetlenül összekösse és kapcsolódjon műszakilag is a nagyvasúthoz, így csökkentve az átszállások számát és az utazási időt. Ez egyben a városi metróhálózat túlzsúfolt vonalainak tehermentesítését is jelenti.

A városon átvezető, a vasúti pályaudvarokat összekötő földalatti vasút gondolata már 1880-ban felvetődött. Az építés 1962. évi megindítását számtalan vonalvezetési és műszaki vita előzte meg. Az elfogadott koncepció első ütemben két vonal építését tartalmazza. Az „A” vonal (kelet–nyugati átmérős) St. Germain-től a központban levő Étoile, Auber, Chatelet, Lyoni pályaudvar, Nation állomásokon halad át a keleti külvárosok felé.

A „B” vonal észak–déli irányú, az északi pályaudvart köti össze a déli külvárosokkal. Az „expressz” metró „A” vonala 1962 óta épült és szakaszokban helyezték üzembe 1972-ig. Ez a vonal az egész várost keresztülszeli és hatalmas átszállási csomópontjaival az üzemelő metróvonalak gyűjtő, illetve ráhordó vonala. Az állomások egyboltozatosak, hasonlóan a „klasszikus” állomásokhoz, de a munkaigényes régi bányászmódszerek helyett korszerű eljárásokkal épültek. Egyes állomások boltozatai feszített vasbeton blokkfalazatúak. A vasbeton falazóelemeket mintaíven szerelték össze és speciális eljárással feszítették meg a záróelemben elhelyezett sajtóval. Az alag-



Az expressz metróhálózat

utak talpmélysége eléri a 30 métert. Egyes szakaszokat túlnyomás védelme alatt építették. Kiterjedten alkalmaztak talajszilárdítást, hogy a kedvezőtlen talajrétegek felett a felszínsüllyedést a minimumra csökkentsék. A vonalalagutakat korszerű gépesített pajzsokkal építették.

Az „A” vonal első szakaszát a Nation-Boissy között 1969. december 14-én nyitották meg és ezt követően három szakaszt adtak át a teljes befejezésig, 1972. októberig.

Jellemző az expressz vonal gyorsaságára, hogy a városon való keresztülutazás az Étoile és Nation állomások között 11 percig tart.

A „B” vonal észak–déli irányú és a déli külvárosokat (Sceaux, Montparnasse) köti össze a központtal és az északi pályaudvarral.

Az építést 1972-ben kezdték és a vonal 1982-ben éri el az északi pályaudvart.

A vonatok a városi szakaszon csúcsidőben 3 percenként közlekednek.

A két vonal és a nagyvasút kapcsolatát a Chatelet állomáson egy szinten oldották meg, hét vágánnyal és négy peronnal, a világ legnagyobb, 80 m széles és 325 m hosszú földalatti állomásával.

Az expressz metró műszaki berendezései a legkorszerűbbek, áramellátásuk felsővezetékes 1500 voltos egyenárammal van megoldva. A nagyvasúti vonatok is közlekedni tudnak pályáján a váltóáramú motorok automatikus átkapcsolásával az expressz metrón alkalmazott feszültségre. Hasonlóképpen megoldott a kocsikon a különböző peronmagasság kiegyenlítése is.

A vonal város alatti szakaszai mélyvezetésűek, a két vágánypár befogadására alkalmas 8,5 méter átmérőjű alagutat a legkorszerűbb alagútfúró pajzsokkal építették.

A hálózat mintegy kétharmada elkülönített pályán, felszíni vezetésű.

A távlati tervek további két észak–déli irányú, több elágazást tartalmazó vonal építését irányozták elő („D”, „C”).



A „B” expressz vonal felszíni szakasza a Marne folyó felett

Peking

A 8 milliós kínai fővárosban működik az ország első metrója. Az 1969-ben megnyílt 23,6 kilométer hosszú vonal a nyugati elővárosból indul és a város keleti szektorában, a főpályaudvarnál végződik. A vonalon 17 állomás van, melyek érintik a belvárost.

A vonal mélységi vezetését a város geológiai jellemzői határozták meg. Mivel a talaj laza, negyedkori, üledékes lerakódásból áll, melyben bőségesen van talajvíz, a nyílt munkagödrös építést (legfeljebb 20 méter mélységig) alkalmazták. A nyílt vonalakat rézsűk között, az állomásokat és az épületek között futó alagútszakaszokat acélcölöpök és faácsolat védelme mellett építették. A talajvizet a vonal mentén fúrt kutak segítségével, talajvízszint-süllyesztéssel zárták ki.

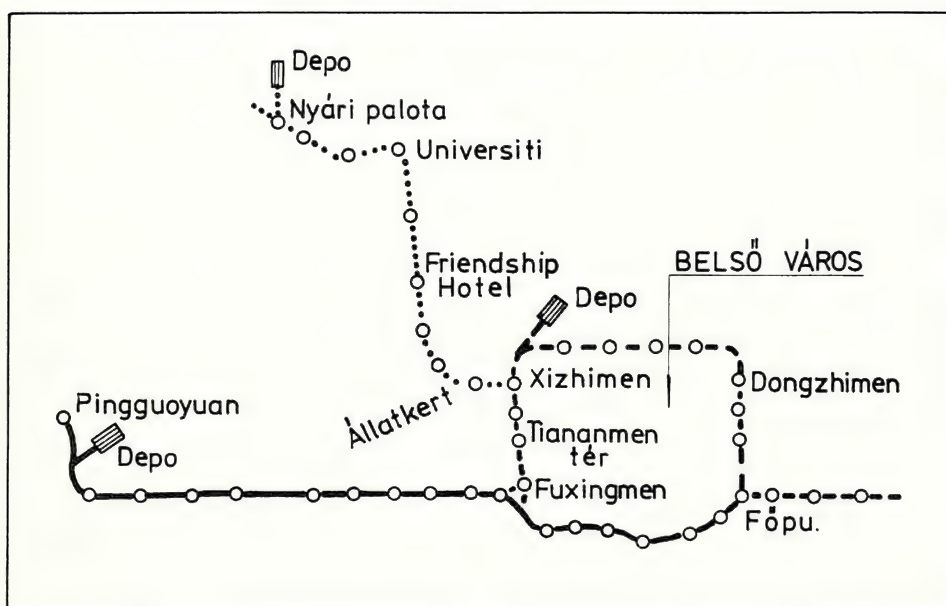
A vonalon a legkisebb ívsugár 240 méter, a legnagyobb emelkedő 24‰, a nyomtáv 1435 milliméter.

Az állomások igen változatosak, díszítésükre ismert kínai képzőművészek alkotásait is felhasználták.

A peronok hossza 125 méter, szélességük 9–12,5 méter. A legtöbb állomáson középperon van. Három nagyobb állomáson mozgólépcsőt is beépítettek.

A vontatási energia 750 voltos egyenáram, melyet harmadik sínen keresztül vezetnek a kocsiba.

A jelző-biztosító berendezés automatikus blokkjelzőkből, központi forgalomirányítóból, automatikus vonatmegállítóból áll.



Peking metróhálózata



Metróállomás utascsarnoka

A kocsik hazai gyártmányúak, befogadóképességük 300 utas. Minden kocsin vezetőállás van.

A metró üzemideje 5.30 órától 23.40 óráig tart.

A követési idő csúcsidőben 4 perc, csúcsidőn kívül 8 perc. Az átlagos hétköznapi utasszám 140 ezer, nagyobb ünnepeken 250 ezer. Az utóbbi időben külföldiek is igénybe vehetik a metrót.

Jelenleg folyik egy 16,1 kilométeres új, félkör alakú szakasz építése a főpályaudvar és Fuxingmen állomás között.

Tervezik egy 13 kilométeres vonalszakasz építését a Nyári Palotáig és az első vonal meghosszabbítását keleti irányba.

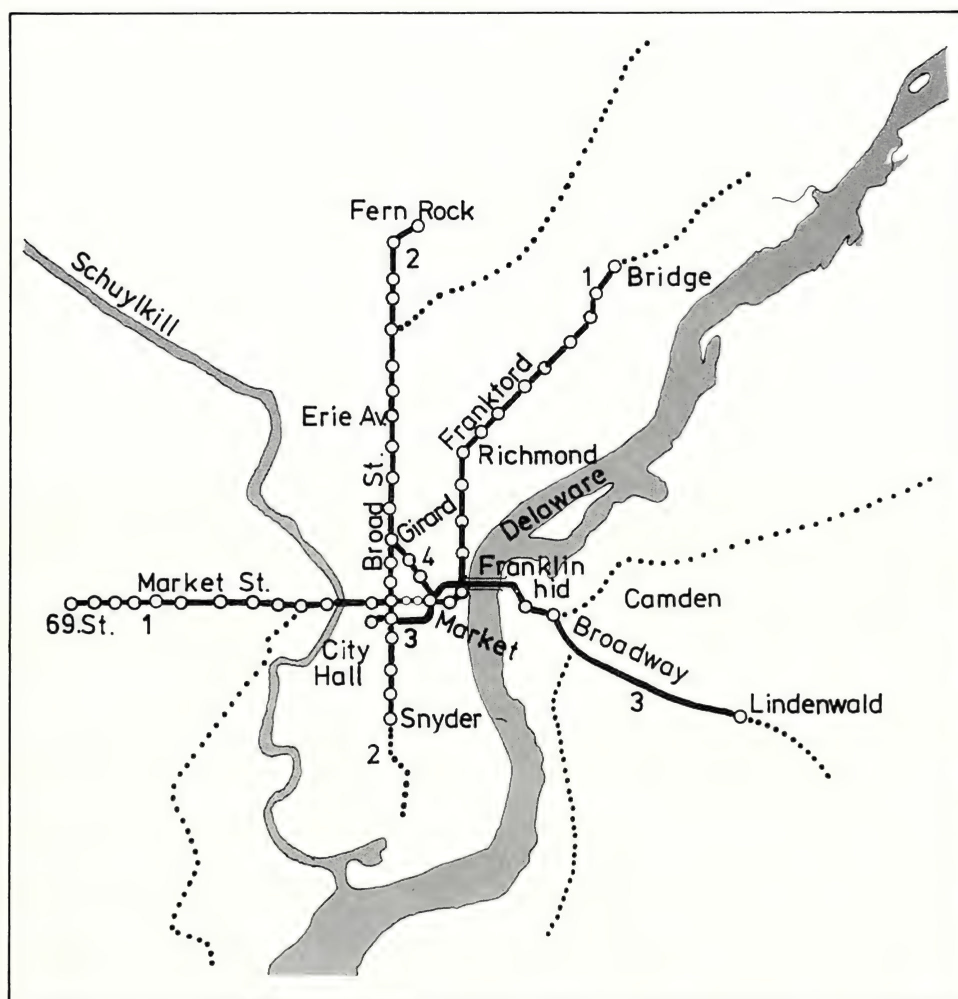
A teljes hálózat hossza 70 kilométernyi lesz. Az új vonalakon japán gyártmányú kocsikat járatnak majd.

Amikor ezek a munkák elkészülnek, a városnak olyan metróhálózata lesz, mely összeköti a fontosabb kereskedelmi és ipari központokat, és kiegészülve a felszíni autóbusz- és trolibusz-hálózattal, egy integrált közlekedési rendszert alkot.

Philadelphia

Philadelphia 1,8 millió lakosú nagyváros, Pennsylvania fővárosa a Delaware folyó mellett fekszik. Vonzáskörzete igen nagy területre terjed ki (5660 négyzetkilométer), ahol 3,8 millió lakos él. Kikötőjébe az Atlanti-óceánról a nagy tengeri hajók is feljutnak a Delaware folyón, hatalmas ipari és kereskedelmi központ.

Az első metrót 1907-ben nyitották meg a Market Streeten. Több lépésben meghosszabbítva, 1939-ben összekötötték a Frankford magasvasúttal és így alakítottak ki egy 26,4 kilométer hosszú átmérős vonalat. A vonal 5,8 kilométeres szakasza a városközpontban alagútban fekszik, 9 földalatti állomással.



Philadelphia metróhálózata

A további 14,9 kilométeres része magasvasút és 5,7 kilométer a felszínen vezet. A következő észak–déli irányú vonal 1928-ban nyílt meg. Ez is a városközponton áthaladó átmérős vonalként van kiépítve 13,9 kilométer hosszban.

Mindkét vonalon kiépítettek később 4 vágányú szakaszokat is, amelyeken expressz vonatok teszik lehetővé a még gyorsabb közlekedést.

A 3. vonalat 1936-ban helyezték üzembe. Ez a vonal a városközpontot Camden-nel köti össze. A Delaware folyó keresztezésénél a Benjamin Franklin hídon vezet át a metró a város délkeleti részébe. A vonalat több szakaszban építették.

A 4. vonal 1952-ben nyílt meg 2,4 kilométer hosszban. Ez a rövid vonal elsősorban a belső városrész közlekedését bonyolítja le.

A vonalak kialakítása nem egységes. Az első vonalon 1588 milliméteres nyomtávot alkalmaztak. Az áramszedő alsó tapintású harmadik sínről táplált. Itt 16,75 méter hosszú, 2,99 méter széles kocsikkal közlekednek. A további vonalak 1435 milliméteres normál nyomtávval épültek és az áramszedő felső tapintással kapja az áramot a 600 volt feszültségű harmadik sínről. E vonalakon 20,57 méter hosszú és 3,05 méter széles kocsik üzemelnek.

A pályán 50 ezrelék a legnagyobb emelkedő és 32 méter a legkisebb ívsugár. Az állomások 167 méter, illetve 107 méter hosszúak. Hatkocsis vonatok közlekednek.

A föld alatti szakaszok legnagyobb része nyitott módszerrel épült. A kétvágányú négyszögű alagutak 7,8 méter belső szélességgel és 4,41 méter magassággal készültek. A Market vonal Schuylkill folyót keresztező szakasza pajzsos módszerrel épült.

A teljes hálózat 62,7 kilométer hosszú 66 állomással. Ebből 30 kilométer fekszik föld alatt.

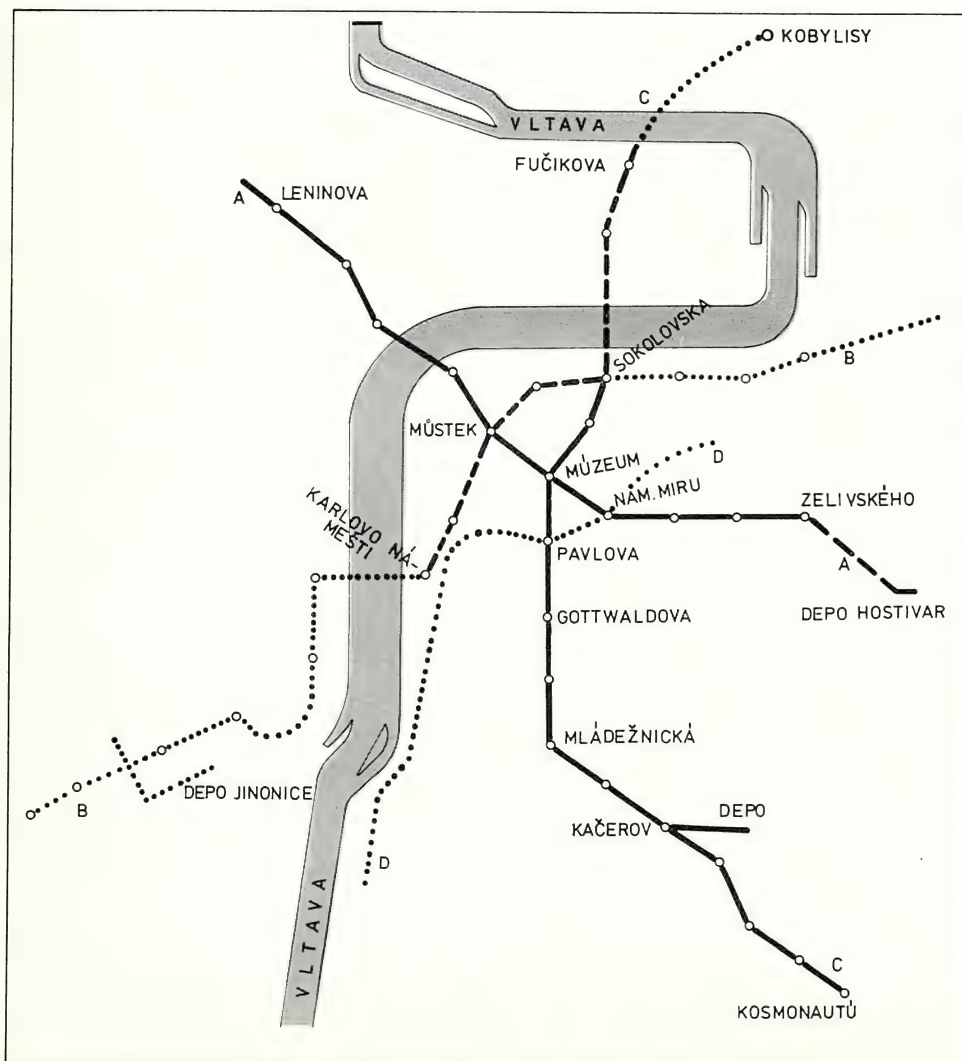
Prága

A csehszlovák főváros lakossága a közvetlen vonzáskörzetet is beleértve 1,2 millió. Történelme során szerencsésen megőrizte eredeti szerkezetét, hangulatát, de a régi városrészek úthálózata nem tud megbirkózni az egyre növekvő forgalommal. Új gondot jelentett, hogy a tömeges lakásépítés a belvárostól egyre távolibb területeken folyik.

A felszíni közlekedést nehezíti a város sajátos fekvése – a város a Moldva két partján, a folyót követő domborzaton épült – és hogy felszíne igen tagolt.

A közlekedési gondok megoldására a már 1926-ban tervbe vett metró kínálkozott. A kormány 1967-ben határozott egy két ütemben megépítendő metróhálózatról.

Az első ütemben 1986-ig 27 kilométer, a második ütemben az ezredfordulóig összesen 93 kilométer a tervezett vonalhosszúság.



Prága metróhálózata

A négy vonalcsoportból álló hálózat első 6,7 kilométer hosszú, 9 állomásból álló szakaszát („C" vonal) a Kacerov–Sokolovska állomások között 1974-ben helyezték üzembe.

A következő az „A" vonal 4,7 kilométer hosszú középső szakasza volt, majd 1980-ban a „C" vonal 6,1 kilométerrel, az „A" vonal 2,3 kilométerrel bővült. Így az 1981-ben üzemelő hálózat hossza kereken 20 kilométer, 23 állomással.

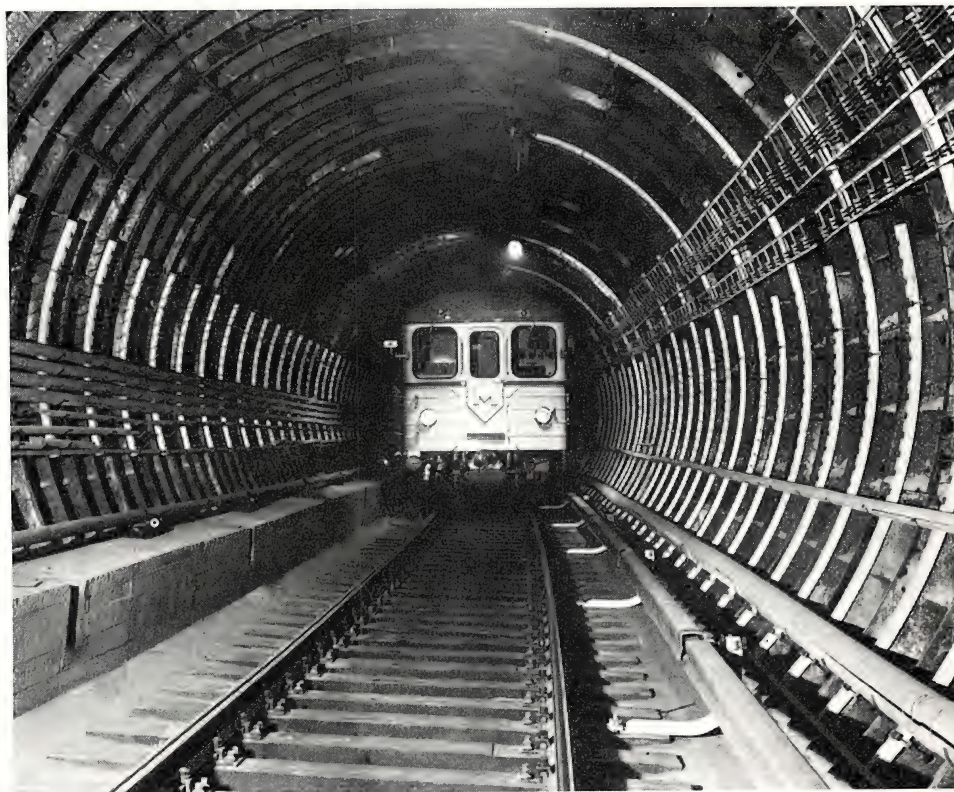
Az építés a terep- és talajadottságok miatt igen változatos körülmények között folyt.

A földalatti állomásokat, ahol erre lehetőség volt, még nagyobb mélységben is (20 méter) a felszínről építették, kihorgonyzott résfalak, vagy vasbetonból készült cölöpfalak között (Pavlova állomás). Az egyik szakaszon egy völgyet hídon harántol a metró. A hídon állomás is elhelyezkedik.

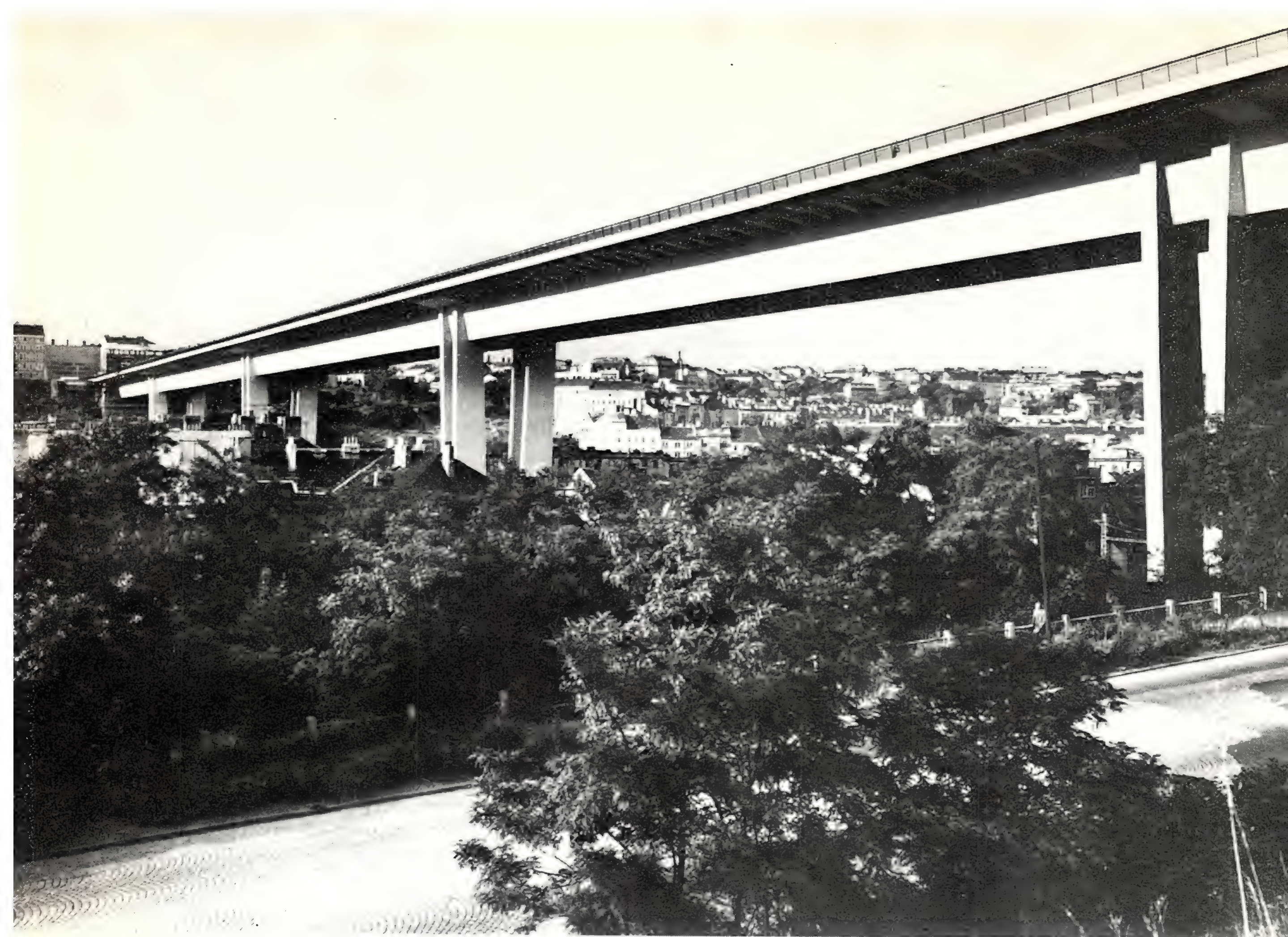
A zártépítésű állomásokat három alagútból alakították ki, az állomási alagutak külső átmérője 8,5 méter. Az állomások többsége vasbeton elemekből készül, rosszabb talajviszonyok esetén öntöttvas tübbinget használnak. Az állomások 100 méter hosszúak, 5 kocsis szerelvények fogadására alkalmasak.

A zárt építésű – 5,5 méter külső átmérőjű – alagutakat fúrópajzsok segítségével építik. Különleges feladatot jelentett a folyó alatti, a plasztikus, folyós talajban és mállott sziklában végzett alagútépítés.

A vonalalagutak nagy része magyar gyártmányú vasbeton blokkból készül. A laza, szemcsés talajok esetén vegyi talajszilárdítást is kiterjedten alkalmaznak.



Vonalalagút öntöttvas tübbingekből



Magasvezetésű szakasz a Klement Gottwald hídon

A vasúti pálya normál nyomtávú. A legkisebb ívsugár 350 méter, a maximális emelkedő 40‰ folyó pályán, 3‰ állomásoknál.

A vasúti vágányokat impregnált faaljra „geo" leerősítéssel kötik le. A faaljakat bebetonozzák, csak a kitérőknél alkalmaznak zúzottkövet.

Az „A" vonalnál kipróbálják a talpfák nélküli ragasztott felépítményi rendszert.

A vonatok a vontatási feszültséget harmadik sínről alsó tapintású csúszóérintkezőkön kapják.

A vontatási alállomások a városi 22 ezer voltos váltóáramot 750 voltos egyenárammá alakítják. A legújabb transzformátorok léghűtésűek, teljesítményük 2750 kilovoltamper.

A szilíciumdiódás egyenirányítók is mesterséges léghűtésűek, névleges áramerősségük 3000 amper. A segédüzemi berendezés és a világítás áramellátását külön transzformátor csoportok végzik. A villamos berendezések egy része központilag, kisebb része helyileg működtethető.



Burkolat alatti állomás a főpályaudvarnál

A vasútbiztosító berendezéseknél szigetelt sínáramköröket használnak a vonathelyzet érzékelésére. A berendezés kiegészül egy vonatbefolyásoló rendszerrel, amely alkalmas arra, hogy a pálya adott pontjain az engedélyezett sebesség meghaladása esetén a vonatot automatikusan lassítsa vagy megállítsa. A kocsikat egy vezető vezeti a vezetőállásban is megjelenő sebességhatárok (0, 40, 60, 80 kilométer/óra) figyelembevételével.

A fejlesztés során a rendszert az automatikus vonatvezetésre is alkalmassá kívánják tenni.

Az üzemi berendezésekhez rádiótelefon hálózat, többféle üzemi vezetékes telefon, ipari tv-lánc és központi órahálózat tartozik.

Nagy számban alkalmaznak mozgólépcsőket, nemcsak a föld alatti állomásokon, de a nagyobb forgalmú aluljáróknál is. A kis emelőmagasságú lépcsők 0,7 méter/másodperc sebességűek, a 15 méternél nagyobb emelőmagasságú lépcsők ugyanolyan típusúak, mint Budapesten, és gyorsaságuk 0,9 méter/másodperc.

A metró szellőztetéséről nagy teljesítményű (35–75 kilowatt) ventillátorok gondoskodnak. A szellőzőgépek változtatható lapátszögűek, a számított értékre állítás kézi szabályozással történik.

A szovjet gyártmányú metrókocsik lényegében megegyeznek a Budapesten is alkalmazott kocsikkal.

A metró üzemideje 5–24 óra között van, a vonatok csúcsforgalomban 150 másodperces időközökben követik egymást, a legnagyobb követési idő 10 perc.

A metró tömegközlekedési szerepét jól jellemzi, hogy a napi átlagos utasszám 1981-ben 700 ezer volt.

A tervek szerint 1986-ban a hálózat első ütemének elkészülte után a tömegközlekedési utazások 32 százalékát, a második ütem elkészülte után 2000 körül 70 százalékát teszi ki a metróutazások száma.

Az építés ütemére jellemző, hogy az 1975–80 közötti években 6,1 milliárd korona volt a fejlesztési előirányzat, a következő öt évre 7,2 milliárd koronát terveznek.

Jelenleg a „C" vonal északi irányú meghosszabbítását építik 2,4 kilométer hosszban, melyet 1984-ben helyeznek forgalomba. Építik a „B" vonal középső szakaszát is, 4,8 kilométer hosszban. Ezt 1985-ben fejezik be, így a teljes hálózat hossza 27 kilométer lesz.

Rio de Janeiro

Brazília régebbi fővárosa a tenger és a hegyek közötti szűk területen épült. Lakossága a városkörnyezettel együtt 8 millió és évente 4–5 százalékkal növekszik.

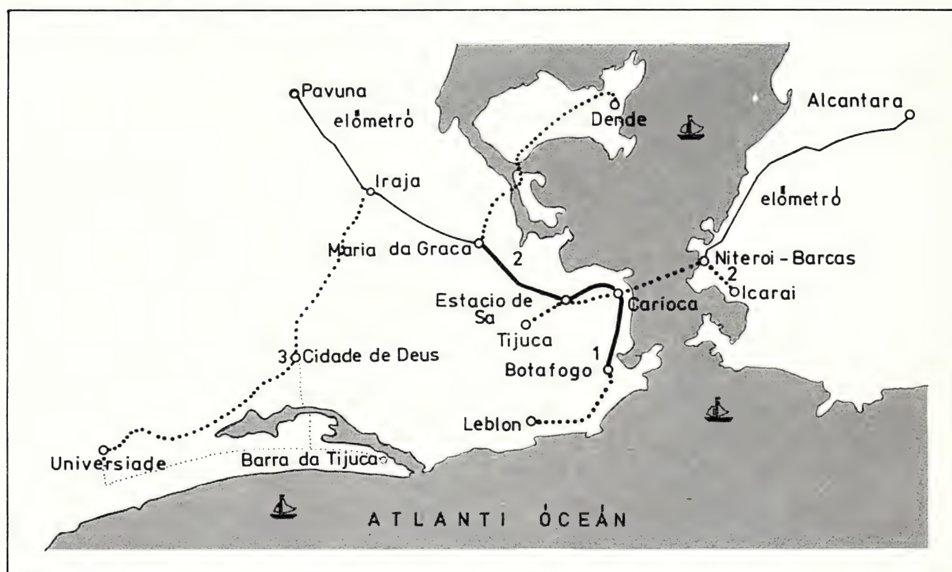
A város úthálózatát több mint 6000 autóbusz és 700 ezer személygépkocsi terheli. A Rio-i agglomeráció területén naponta 9 millió az utazások száma.

Az első metrótervek 1968-ban készültek és 67 kilométeres hálózatot tartalmaztak, melyből az első ütemben egy 36 kilométeres főhálózat megvalósítását fogadták el.

A már megtervezett 3 vonalas főhálózatot két, összesen 19 kilométer hosszú metróvonal és a kiegészítő 15 kilométer hosszú premetróvonal építésére csökkentették.

Az U alakú 1. vonal 11,6 kilométer hosszú, végig föld alatti vezetésű, az Estácio állomásnál csatlakozó 2. vonal 7,3 kilométer hosszú és körülbelül egyenlő arányban föld alatti, felszíni, illetve magasvezetésű. A 2. vonal Mária da Graca állomásához csatlakozik az előmetró vonal 16 kilométeres szakasza, mely nagyobbrészt felszíni, helyenként kéreg alatti vezetésű. A vonalvezetés érdekessége, hogy a vasút 9 kilométeres szakaszon az osztott pályás közút közepén vezet. A végállomás az elővárosi vasúthoz csatlakozik.

A föld alatti metrószakaszok építését a magas talajvízszint (2–3 méter) nehezítette elsősorban. Az alagutakat több szakaszon 70–120 centiméter vastagságú résfalak között – a résfal mélysége helyenként 30 méter – kívülről, részben fúrópajzzsal építették. Ahol csak minimális forgalomzavarást lehetett megengedni, a földkiemelést a résfalakra épített vasbeton pályalemez alól végezték. Az alagút feletti holtterekbe garázsokat építettek.



Rio de Janeiro metróhálózata (A vékony vonal a premetrót jelöli)

Az 1. vonal első 6 kilométeres szakaszát 1979. március 5-én helyezték üzembe, ahol a napi utazások száma 75 ezer.

A vonalszakaszon 4 kocsis szerelvények 7 perces követési idővel közlekednek.

A végső kiépítéskor 1,5 perces követéssel számolnak. Kocsinként 311 hely van és a 8 kocsis szerelvények 96 ezer utast tudnak óránként szállítani.

A nagy szállítóképesség összefügg azzal, hogy a vasúti pálya nyomtávja 1600 milliméter és a tervezett utazási sebesség 34 kilométer/óra.

A pályán 40‰-es emelkedő és minimálisan 500 méteres ívsugár a megengedett.

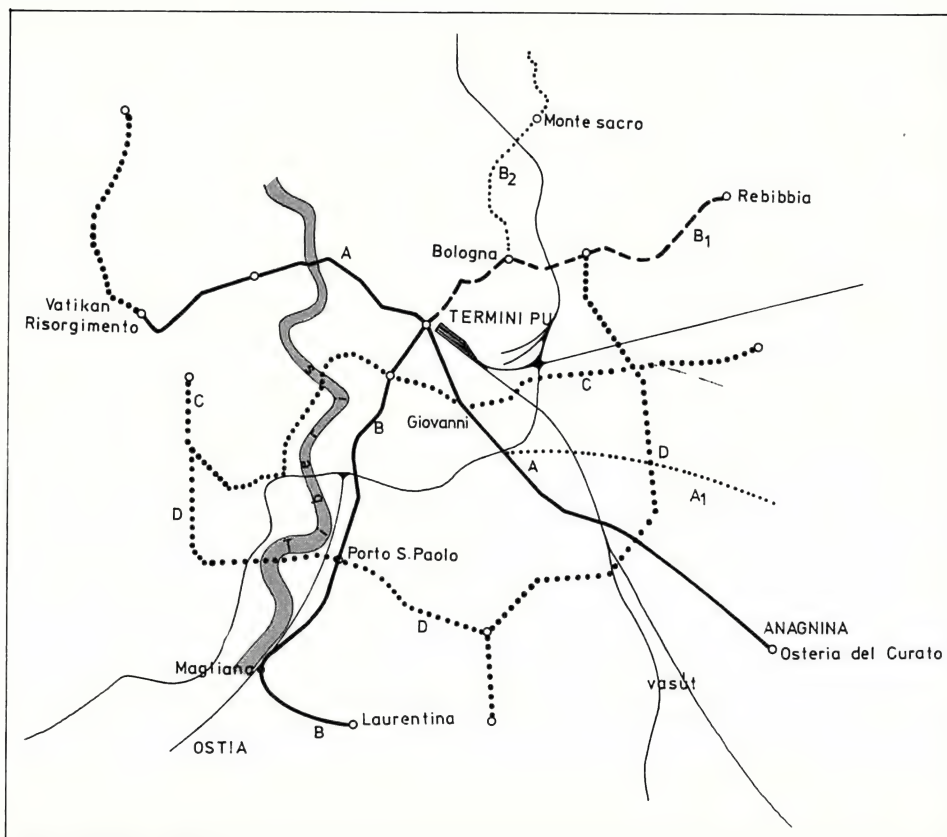
A tápfeszültség 750 voltos egyenáram, a kocsik felsővezetékről és harmadik sínről is táplálhatók.

A metrókocsik légkondicionáltak. A vasútbiztosító rendszer számítógéppel irányított automatikus vonatvezetéssel kiegészített.

Az építési program az eredeti előirányzathoz képest 2–3 évet csúszik, amit pénzügyi okokkal magyaráznak.

Róma

A környékével együtt 3,6 milliós Róma, az „örök város” 1939-ben kezdte meg a metró építését. Az 1942-re tervezett világkiállítás közlekedésének megoldása volt az építés közvetlen megindítója amellett, hogy a város gépkocsiforgalmának és tömegközlekedésének zsúfoltsága is szükségessé tette a metró megvalósítását. 1942-ben azonban a háború miatt az építést abba kellett hagyni, ezért az első vonal csak 1955 februárjában nyílt meg, egy magántársaság üzemeltetésével. A vonal, amelyet a hálózati tervben B-vel jelöltek, 11,3 kilométer hosszú, a Termini pályaudvartól indul délnyugati irányban, majd a Tiberis folyását követve érinti Róma nagy sportlétesítményeit és végül a Laurentina végállomáshoz vezet. A vonal 5,9 kilométer hosszú része alagútban, a többi a felszínen fekszik. Az alagúti szakasz nagy része burkolat alatti, az alagút födéme 0,9–3 méter mélységben helyezkedik el a terepszint alatt. A vonal a Porto S. Paulo állomásnál eléri az Ostia felé vezető vasútvonalat és azzal párhuzamosan a felszínen halad. A Magliana állomásnál vágánykapcsolat köti össze az ostiai elővárosi vasúttal, így közvetlen vonatok is közlekednek a Termini pályaudvartól az ostiai kikötőbe. Ez a vonal bonyolította le a római olimpia tömegközlekedését.



Róma metróhálózata

A vonalon 11 állomás van, amelyből 5 föld alatti elhelyezésű. Az alagutak egy része sziklában fekszik. A szerkezeteket a boltozatos formák jellemzik. Az állomások is elliptikus, íves boltozatokkal épültek, oldalperonos elrendezéssel. A vonalon 40 kocsiból áll a járműpark. A peronok 156 méter hosszúak, így 8 kocsis vonatok is közlekedhetnek. Eleinte kétkocsis, később háromkocsis szerelvényeket közlekedtettek.

Az áram 1500 volt feszültségű egyenáram, felsővezetékes táplálással, így a szerelvények az elővárosi vasút pályáján is közlekedhetnek.

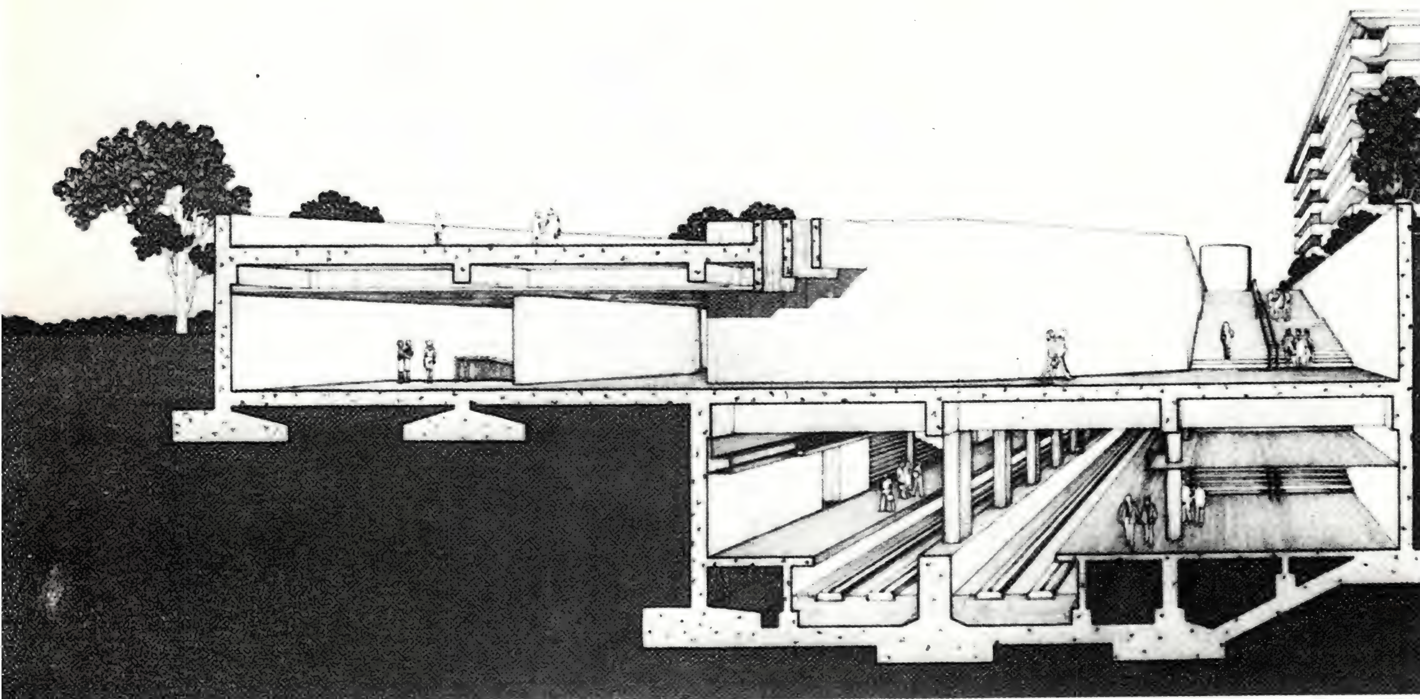
A legkisebb kanyarulati sugár 190 méter, a legnagyobb emelkedő 35‰.

A teljes metróhálózat terve 1962-ben készült el. Eszerint egy 4 vonalból és 3 elágazásból álló 100 kilométer hosszú hálózatot terveznek. Az „A" vonal Risorgimento–Termini–Osteria del Curato állomások között fekszik, 14,5 kilométer hosszú. A vonalat egy vonalággal és a végein is meghosszabbítva, összesen 24 kilométer hosszal tervezik.

A „B" vonal már megépült, 11,3 kilométeres szakasza északi irányban Monte sacro és Rebibbia felé kerül meghosszabbításra, így összesen 38,5 kilométer a tervezett hossza. A „C" vonal kelet–nyugati irányú, 14,5 kilométer hosszú, a „D" vonal félkörös formájú, 22 kilométerre tervezett vonal.

A második vonal („A") építését 1964-ben kezdték meg. A munkák igen sok nehézséggel jártak. 1965-ben a Tuscolona úti kereskedők panaszaira a városi tanács átdolgoztatta a terveket, hogy az alagutakat ne a felszínről nyitott építési módszerekkel, hanem zárt bányászati eljárásokkal építsék, hogy ne zavarják az építéssel a város életét.

A vonal belső városi szakaszának problémái is sok vitát váltottak ki. A nyers szerkezet 12 év alatt készült el. A belső szerelési munkákat már az üzemeltető adta megbízásba. Végül 1980. február 16-án a vonalat megnyitották.



Burkolat alatti metróállomás elrendezése

A vonal 14 kilométer hosszú, 22 állomása van. A nyugati vége a Vatikánvárosnál kezdődik, átvezet a Tiberis alatt a Termini pályaudvarhoz, ahol átszálló kapcsolata van a „B" vonallal, innen délkeleti irányban halad Róma új lakónegyedeihez, Anagnina végállomásig. Az új vonal lényegesen kedvezőbb kialakítású a réginél. Míg a „B" vonalon gyengén világított és megfelelő karbantartás hiányában nedves, kopott burkolatok vannak, az új „A" vonalon minden már kezdettől fogva esztétikusabban, korszerűbben kialakított.

A vonatok vezérlése automatikus. Ennek a vonalnak, helyzete folytán is lényegesen nagyobb a forgalma, 300 ezer utas naponta. Hatkocsis vonatok közlekedhetnek, jelenleg azonban 4 kocsival üzemelnek.

Bevezették a metró és buszra érvényes bérletet, ami nagy közkedveltségnek örvend. A metrón utazók kétharmada bérletes.

A két vonalon körülbelül 400 ezer az utasforgalom naponta.

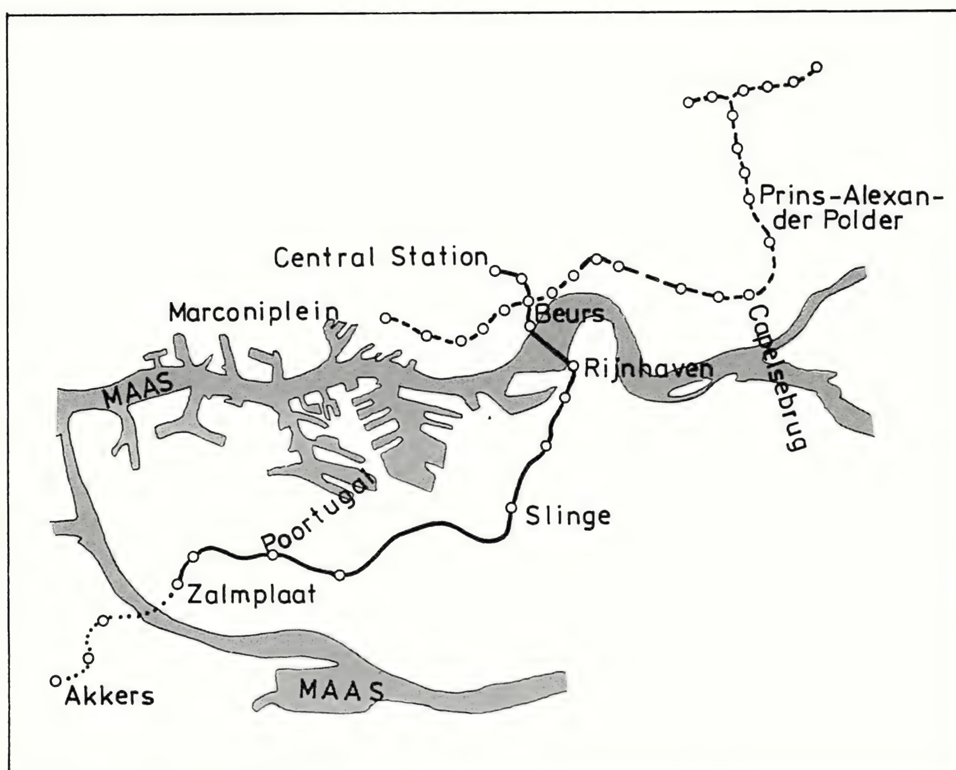
Rotterdam

Hollandia első metróját 1960-ban kezdték építeni, és 1968. február 9-én helyezték üzembe. Mivel Rotterdamot a Maas folyó szeli ketté, a két parton kialakult önálló városrészek összekötése volt az egyik legfontosabb feladat. A vonal észak–déli irányú, első üzembe helyezett szakasza mintegy 6 kilométer volt (ebből 2,7 kilométer viadukton át vezetett). A vonal északi végállomása a vasúti főpályaudvar. 1970-ben a vonalat déli irányba 1,1 kilométerrel hosszabbították meg, 1974-ben újabb 10,5 kilométert adtak át, így a vonal teljes hossza 17 kilométer lett.

A metró magassági vonalvezetése az építési és a terepadottságokhoz igazodik. A folyó déli partján a vonal viadukton, bevágásban vagy töltésen halad, a folyó alatt és az északi oldalon felszín alatti vezetésű.

Különleges alagútépítési eljárást, az ún. csatornaépítési módszert indokolta az a körülmény, hogy a talajvíz a belvárosban 1 méter körül van a felszín alatt és a talaj körülbelül 15–20 méter mélységig igen laza, vizenyős tőzeg, agyagos homok.

A metróalagút nyomvonalában egy csatornát kotortak ki.



Rotterdam metróhálózata



Metrókocsi a javítóműhelyben

A csatorna falát acéltámokkal erősítették meg, aljára pedig betoncölöpöket vertek. (A munka a magas talajvíz miatt víz alatt folyt.)

Az alagútszerkezet egy-egy szakaszát vasbetonból a csatornához csatlakozó szárazdokkban elkészítették, majd mindkét végén lezárták, és a szárazdokk elárasztása után a talajvízzel teli csatornán a helyére úsztatták, aztán a megfelelő mélységbe lesüllyesztették.

Ez az építési mód magyarázza, hogy a 2,1 kilométeres alagútszakasz közel 8 évig készült.

A vonalvezetés érdekessége, hogy a pálya az északi végén 7–10 méterrel a tengerszint alatt húzódik, míg a déli szakasz 10–13 méterrel a tengerszint felett van.

A vonat normál nyomtávú, a minimális ívsugár 200 méter, a maximális emelkedő 40‰.

A hegesztett sínek rugós rögzítővel közvetlen a hosszanti betonszerkezetre vannak erősítve. A sínhevederek alatt a zajcsillapítás érdekében parafa és gumi keverékéből készült rugalmas lemezek vannak.

A 750 voltos egyenáramú vontatási feszültséget a kocsik harmadik sínről kapják. A szerelvények 4 kocsiból állnak, hosszuk 116 méter, így az állomásokon 125 méter hosszú peront építettek. A 4 kocsis szerelvény 1160 utast szállíthat.

A vasútbiztosító berendezés sebességellenőrző rendszerrel kiegészített. A pálya adott szakaszára megengedett sebességet a vezetőfülkében folyamatosan jelzik, ha a vezető 2 másodpercen belül nem reagál, a vonat automatikusan fékezni kezd és megáll.

A berendezés 2 perces vonatkövetést tesz lehetővé, így a vonal kapacitása 35 ezer utas óránként és irányonként.

A tényleges követési idő 3 és 5 perc között változik.

A fejlesztési munka legfontosabb része az új kelet–nyugati irányú vonal építése, amely 1974-ben kezdődött meg. A vonal tervezett hossza 12,5 kilométer és teljes befejezése 1986-ra várható.

Folyamatban van az első vonal három állomással történő meghosszabbítása, déli irányban.

A kelet–nyugati vonal műszaki érdekessége, hogy a vonatok az alagúti szakaszon harmadik sínről, a külső szakaszokon felsővezetékről kapják a feszültséget. A harmadik sínről csak akkor vehető le áram, amikor már az összes ollós áramszedőt leeresztették.

San Francisco

A californiai fővárosban és a környező közigazgatási területeken (Alameda, Contra Costa, San Mateo, Marin) már 1947-ben arra a következtetésre jutottak, hogy a több mint hárommilliós lélekszámú körzet, s különösen a San Francisco és Oakland közötti (a tengeröblön keresztül megvalósítandó) összeköttetés javítása gyorsvasút létesítését indokolja.

A sokféle érdek egyeztetése és pénzügyi gondok miatt a tervet csak 1962-ben fogadták el egy népszavazáson, minimális többséggel (61,2 százalékos „igen", a minimális 60 százalékhoz képest).

A terv 130 kilométeres hálózatot irányzott elő 33 állomással és olyan vonalvezetéssel, hogy 30 elővárost is ellásson. S hogy ezen kívül tegye lehetővé San Franciscóban a Market Street-i villamos föld alatti kialakítását.

Az építés 1964. június 19-én indult az észak–keleti szárnyvonal építésével, amelynek első 7 kilométeres szakaszát 10 hónap alatt elkészítették és megkezdték a kocsik és az automatikus vonatirányító-berendezés próbáit.

Az első forgalmi üzembehelyezés 1972. szeptemberében történt, amikor a dél–keleti 45 kilométer hosszú elágazó szakaszt Oakland Fremont között átadták. 1973-ban megnyitották az Oakland–Richmond és Oakland–Concord közötti szakaszokat, majd 1974-ben a Daly-City–Embarcadero szakaszt. 1974 szeptemberében készült el a San Franciscó-i öböl alatti 5,7 kilométer hosszú alagút és ezzel fejeződött be a 114 kilométeres, négy elágazásos vonal építése.



San Francisco metróhálózata

A teljes vonal egyharmada alagútban (a 34 állomásból 14 van a felszín alatt), egyharmad elkülönített szintbeni pályán, a további egyharmad magasvezetésű pályán vezet.

Különleges építési feladatot jelentett az öböl alatti átvezetés, melyet 57, egyenként 100 méter hosszú acél csőelem alkot.

A csöveket a földrengésveszély miatt nem ágyazták a talajba és az egyes szegmensek centiméter nagyságú elmozdulása esetén is az összekapcsoló csuklók és tömítés megfelelő biztonságot nyújt. A világ leghosszabb víz alatti alagútját végül feltöltéssel fedték be.

A munkára jellemző, hogy tervezése 6 évig, építése 3 évig tartott.

Hasonlóan nehéz műszaki feladat volt a Market Street alatti mélyvezetésű szakasz építése. A 30 méter mélységben a rossz talajviszonyok és nagy víznyomás miatt csak keszonban lehetett dolgozni.

Jellemző a munka nagyságára, hogy az itt épített állomáskomplexum 5 szintes kialakítású.

A magasvezetésű pálya helyenként 10 méter magas „T" oszlopait a helyszínen készítették, a hossztartók előregyártottak. A két hossztartó közé helyezett rácson van a vasúti felépítmény.

A pálya nagy részének nyitott vezetése miatt nagy gondot fordítottak a zajszint csökkentésére. Az 1676 milliméter nyomtávú pályát 462 méter hosszú hegesztett sínekkel kavicságyra fektették, a betonaljak közbenső zajcsillapításával.

A kocsik utasterében a zajszint 60 dB alatt van, a pálya mellett pedig alatta marad az autópálya zajszintjének.

A pálya maximális lejtése 40‰, a minimális ívsugár 150 méter.

Az állomások minimális peronhosszúsága 244 méter. A metró működése automatizált. A központi számítógép végzi a nyíltvonali sebességszabályozást és az állomási helyi számítóközpontok végzik a váltóállítást, a követési távolság ellenőrzését.
A berendezés 90 másodperces követési időt enged meg. A vontatási tápfeszültség 1000 voltos egyenáram, harmadik sínről táplálva.

A 450 kocsiból álló járműpark alapegysége két motor és egy közbenső pótkocsi.

A 22,84 méter hosszú, 3,2 méter széles alumínium kocsiszekrényű jármű tömege 26,8 tonna, befogadóképessége 72 ülőhely és 144 állóhely.

A kocsi légrugós, tárcsafékes, legnagyobb sebessége 128 kilométer/óra.

Az utasellenőrzés mágneskártyák segítségével történik, melyeket az állomási automatákból lehet vásárolni. A szisztéma a washingtoni rendszerrel megegyező, úgynevezett értékcsökkentő berendezésen alapul, ami az utazások alkalmával a meghatározott árú mágneskártya értékét az utazási díjjal csökkenti. A kártya mindaddig használható, amíg teljes értékét el nem veszti.

Utastájékoztatási érdekesség, hogy az állomásokon minden közérdekű tudnivaló angol, spanyol, kínai nyelven és Braille-írással is olvasható.

A vonal maximális kapacitását 30 ezer ülő utas/órában határozták meg.

A vonalon 1972–77 között nem volt szombati, vasárnapi üzem, azt csak 1978-ban vezették be. Ezt követően az utasszám megnőtt és ma már a napi maximum egy irányban meghaladja a 175 ezret. A metró a tömegközlekedési utazások 30%-át bonyolítja.

Azért, hogy a metrót vonzóvá tegyék, 22 ezer ingyenes parkolót építettek a metróállomások körzetében. Ugyanilyen megfontolásból busz-hálózatot is üzemeltetnek (6 vonalon), melyen a metróutasok jelentős kedvezményben részesülnek.

Santiago

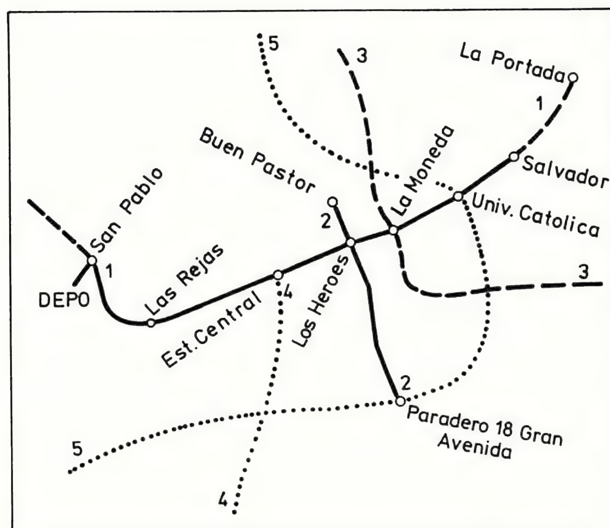
Santiago Chile fővárosa, 1,9 millió lakossal 250 négyzetkilométer területen fekszik. A városhoz kapcsolódó környezettel azonban 4,2 millióra tehető a település lakosszáma és további jelentős növekedéssel számolnak, 1990-ben már 6 milliós lakossal. Már 1929 óta foglalkoznak a metró létesítésével. Több terv készült, míg végül 1967-ben sikerült a szükséges feltételeket megteremteni. Francia vállalatok bevonásával dolgoztatták ki a végleges terveket és ezek alapján az építési munkák 1969-ben indultak meg.

A munkák költségeinek egy részét, körülbelül 120 millió dollárt francia kölcsönnel biztosították. Ebből szerezték be elsősorban a járműveket, az összes elektromos és gépészeti berendezést.

Az első vonal 1975. szeptember 15-én nyílt meg La Moneda és Las Rejas állomások között. Ez a vonal tehermentesíti a városközpont legforgalmasabb részét, az Alameda szektort, a Pappelallee-t.

A vonal alagútjai a felszínről kibontott nyitott építési eljárással készültek a homokos talajban. A legkisebb sugár 260 méter, a legnagyobb emelkedő 45 ezrelék.

A vonal és az állomások a párizsi metróhoz hasonló kialakításúak, az állomások 135 méter hosszúak és 500–1000 méter távolságban helyezkednek el egymástól. A vonatok fúvott gumikerekekkel készültek a francia rendszer szerint. Biztonsági okokból, továbbá a kitérők miatt acélsíneket is építettek be. A nyomtáv 1435 milliméter. A kocsik 15,78 méter hosszúak és 2,60 méter szélesek. 8 kocsis vonatok közlekedhetnek, egyelőre azonban 5 kocsis szerelvényekkel bonyolítják le a forgalmat.



Santiago metróhálózata

A vonatok közlekedése automatikus. A központi vezető álláshelyről (Puesta de comando central) teljesen automatikus üzemmel bonyolítják le a forgalmat. Az egyes vonatok meneteit az „Ordinator" komputer vezérli. A vonatvezető csak ellenőrzi a berendezések működését. A vezető minden állomáson egy gombnyomással zárja az ajtókat és ezzel folytatódik tovább az automatikus üzem. A vonat 80 kilométer/óra maximális sebességgel halad. A komputer a pályáról kapott információk alapján ellenőrzi a menetrend betartását is és késés esetén a program módosításával intézkedik a késés behozására. A komputer megfelelő tartalékkal, egy második hasonló berendezéssel kiegészített, amely meghibásodás esetén átveszi a vonatok irányítását.

Az első vonalat 1977-ben meghosszabbították a Salvador állomásig és 1979-ben megnyitották a 2. vonalat is. Így a hálózat 20,4 kilométerre nőtt 24 állomással. Az üzemelő szakaszból 16 kilométeres szakasz fekszik a föld alatt.

A terv egy 5 vonalból álló hálózat kialakítása. Ebből az első három vonal 35 kilométeres hosszal alkotja a törzshálózatot. A 4. és 5. vonal elővárosi jellegű lesz és itt a vasúti nyomtávot (1676 milliméter) fogják alkalmazni. A teljes hálózat 74 kilométerre előirányzott.

São Paulo

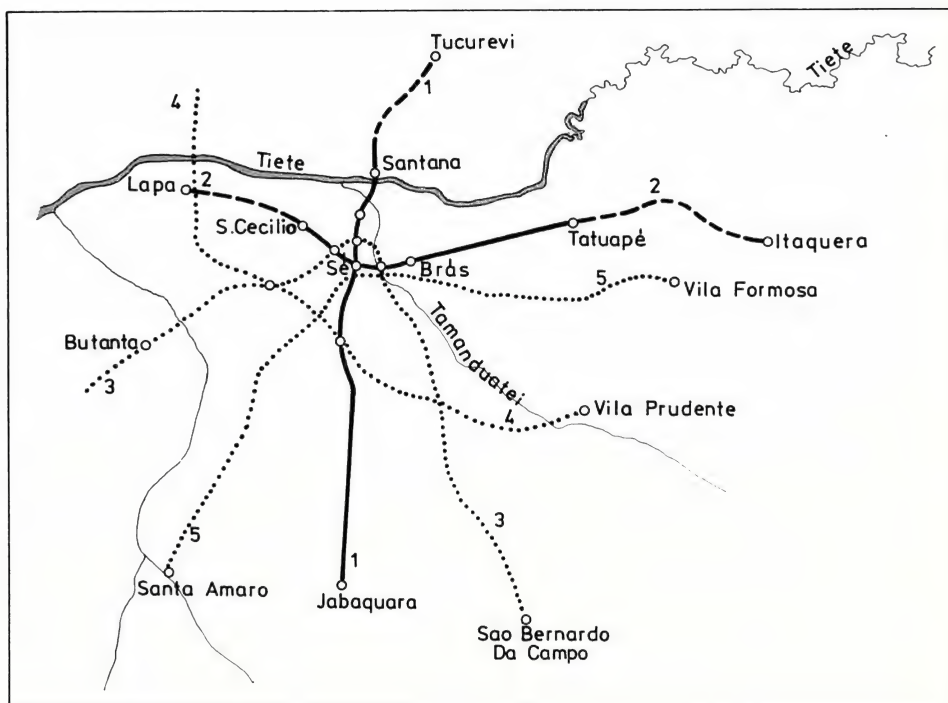
São Paulót úgy jellemzik, hogy a világ egyik leggyorsabban növekvő nagyvárosa. A lakosság 1980-ban elérte a 12,4 milliót és a város Brazília legnagyobb ipari és kereskedelmi központja.

A növekvő utazási igények kielégítése érdekében a város rekonstrukciójával együtt folyik a metróhálózat építése.

A metró építése 1968-ban kezdődött. Az eredetileg elfogadott terv 1990-re 140 kilométeres metró és 200 kilométeres elővárosi gyorsvasút építését irányozta elő. Ez ma már irreális, mert pénzügyi problémák miatt az építés üteme sokkal lassabb a tervezettnél.

Az első 17,2 kilométeres vonalat, mely a városközponton keresztül haladva összeköti az északi Santana városrészt a déli Jabaquara-val, 1975 szeptemberében indították be. A vonal egy rövid 3 kilométeres külső része felszíni vezetésű, az alagutak és állomások egy 900 méteres alagútszakasz kivételével nyitott módszerrel épültek. A fúrt alagút átmérője 5,7 méter, a kétvágányos keretalagút szerkezete 9,1 méter széles és 3,5 méter magas.

Az állomások peronhossza 136 méter.



São Paulo metróhálózata

A vasúti nyomtáv 1600 milliméter, a maximális emelkedő 40‰, a minimális ívsugár 300 méter, a sínek 57 kilogramm/m tömegűek.

A vontatási feszültség 750 volt egyenáram, melyet a kocsik harmadik sínről kapnak.

A vonalon csúcsidőben a vonatpárok száma 23 (160 másodperces követéssel). Az átlagos utazási sebesség 35 kilométer/óra, egy szerelvény 2000 utast tud elszállítani. A vonal maximális kapacitása 80 ezer utas óránként és irányonként, a legnagyobb eddigi utasszám 36 ezer volt óránként egy karnevál alkalmából.

A napi átlagos utasszám több mint 650 ezer. A jól megoldott nagyvasúti és felszíni tömegközlekedési kapcsolatok révén a metróutasok utazási ideje felére csökkent.

A második metróvonal építését 1975-ben kezdték meg. A kelet–nyugat irányú vonal tervezett hossza 25,2 kilométer, 21 állomással és napi 1,5 millió utassal számolnak. A két vonal a központi „Sé" téri állomásnál keresztezi egymást.

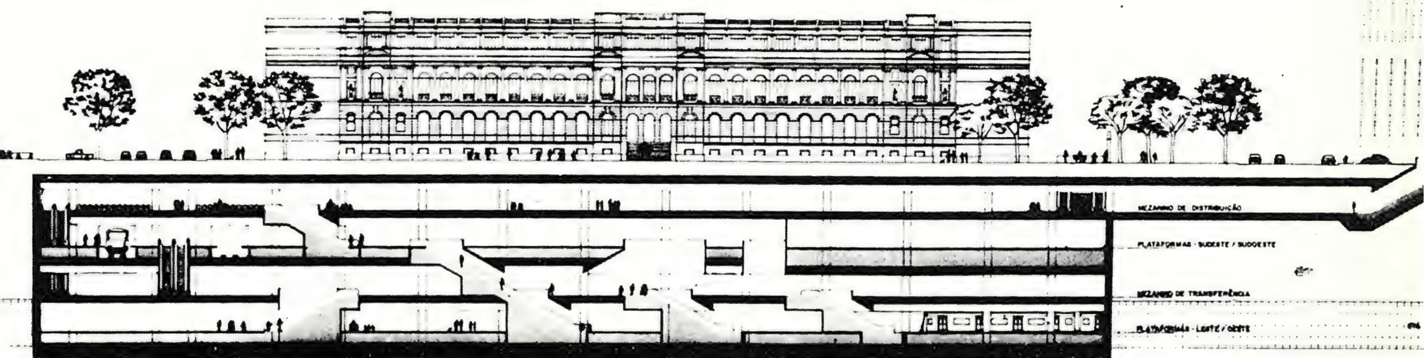
A vonal egy rövid, 2,3 kilométeres szakaszát 1979. március 10-én nyitották meg. A szakasz jelentősége, hogy egyik állomása az első vonalhoz, a másik állomás (Brás) két elővárosi vasúthoz csatlakozik, ahol naponta 250 ezer utas érkezik és eddig csak nagy kerülővel, kétszeri átszállással tudta megközelíteni a centrumot.

A részleges üzemeltetés 6 és 20 óra között 6 perces követési idővel történik.

Építik a 2. vonal keleti és nyugati irányú meghosszabbítását, így a vonal a következő üzembehelyezéskor a Santa Cecilia—Tatuapé ideiglenes végállomások között 9 kilométer hosszú lesz.



Metrókocsi a 2. vonal állomásán



REPÚBLICA

A 2. és 3. vonal átszálló állomása (República)

Sapporo

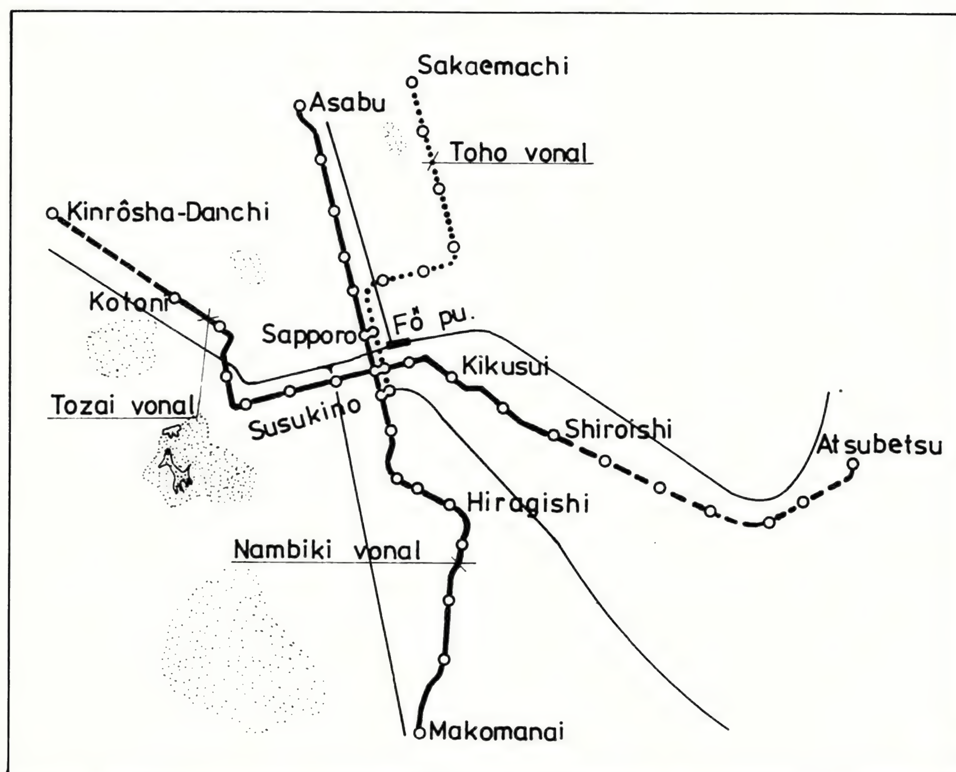
Japán északi részén a Hokkaido sziget legnagyobb városa. Új település, nagyon gyorsan fejlődött milliós várossá. A japán sísport központja. Jelentős élelmiszer- és fafeldolgozó ipara van. Az 1110 négyzetkilométer területű, 1,3 millió lakosú várost Japán legtágasabb városának tartják.

A metró létesítését az 1972. évi téli olimpiai játékok mozdították elő. Az első vonalat 1971 decemberében indították meg. Francia mintára, fúvott gumikerekeken gördülő megoldást alkalmaztak. Így a vonatok sokkal zajtalanabbul közlekednek.

Az első vonal észak–déli irányú, 12,6 kilométer hosszban indult meg rajta a forgalom. 1975-ben 2,4 kilométerrel meghosszabbították.

A második vonalat 10,7 kilométer hosszban 1975-ben nyitották meg. Így a metróhálózat 25,7 kilométerre növekedett. A vonalak nagy része a föld alatt fekszik (21 kilométer). A felszíni szakaszokat üvegezett védőtetővel látták el a gyakori havazás miatt.

Az állomásokat az első vonalon 120 méter, a másodikon 170 méter hosszúságúra építették. Összesen 26 állomás van.



Sapporo metróhálózata

Az észak–déli vonalon harmadik sínről 750 volt feszültséggel történik az áramellátás, a kelet–nyugati vonalon 1500 volt feszültségű felsővezetékről.

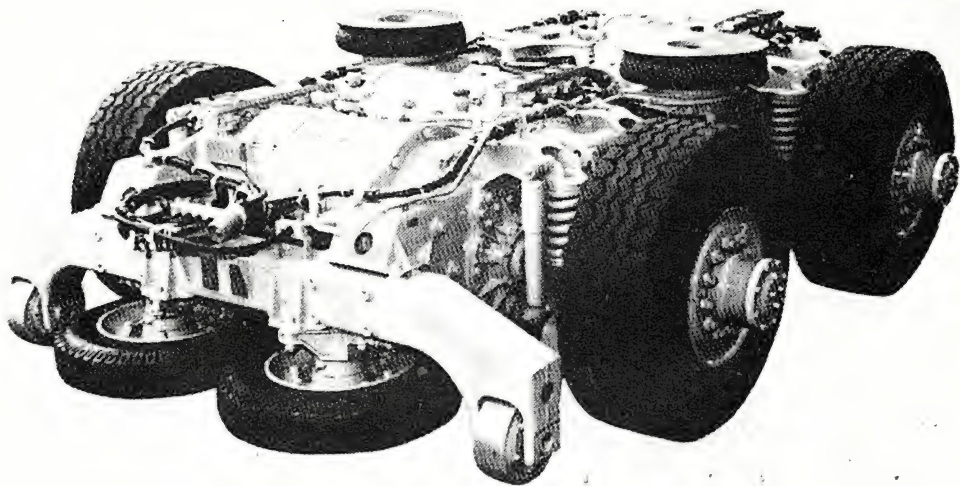
A kocsik kétféle típusúak. Az első típus csuklós kocsijai 27,6 méter hosszúak, 3,08 méter szélesek, 186 utast tudnak szállítani, 82 ülőhellyel. A második típusnál 18,0 méter hosszúak a kocsik és 116 utas a befogadóképességük.

A vonalvezetés kedvezőbb a többi japán metrónál, a legkisebb kanyarulatu sugár 200 méter.

A vonal 12 állomásán van mozgólépcső (49 darab).

Építési munka jelenleg a kelet–nyugati irányú vonal egy 7,4 kilométeres (6 állomás) meghosszabbításán folyik, melyet 1982-ben terveznek befejezni. Készítik a terveit a kelet–nyugati vonal további 3 kilométeres meghosszabbításának és egy új vonalnak, mely 16 kilométer hosszú lesz, és első 8,1 kilométeres szakaszát 1986-ban kívánják üzembehelyezni.

A hálózat teljes hossza 1995-ben 52 kilométer lesz.



A sapporói metrókocsi forgóváza

Stockholm

A várost több mint hétszáz éves fennállása óta többször átépítették, de igazi átfogó rendezésére csak 1950 után került sor. Akkor a programhoz kapcsolódott a metróhálózat kiépítése is. Az ezzel kapcsolatos döntés még a II. világháború előtt megszületett, de az építés csak 1945-ben kezdődött el. Az első vonalszakaszt 1950. október 1-én nyitották meg 7,6 kilométer hosszúságban, Slussen és Hökarängen között. Ezt a vonal további bővítése követte.

A második vonal első szakaszát 1964 tavaszán helyezték üzembe T. Centralentől Örnsbergig 13 kilométer hosszban.

A hálózat bővítésével 1972-ben jutottak el odáig, hogy mindkét vonal túljutott a városhatáron.

Építési szempontból a feladat rendkívül változatos volt. A belvárosi szakaszokat zömmel sziklaalagútban építették, a külső szakaszok felszíni vezetésűek. A terepadottságok miatt a hálózathossz 10 százaléka hídon vagy viadukton épült ki.

Sok gondot okozott az esetleges áradásveszély miatt, hogy a felszín alatti szakaszok a tengerszint alatt vannak. Problémát jelentett a felszíni épületek süllyedése, melyet az alagútépítés okozta talajvízszint-apadás okozott. A gránitba vájt alagutakat ugyanis nem szigetelték, hanem a beszivárgó vizeket szivattyúzással távolították el, s ez a talajvízszint jelentős süllyedéséhez vezetett. Ennek megakadályozására átmenetileg ivóvízből nyelőkutakkal talajvíz-visszapótlást végeznek. Az építés során vegyi talajszilárdítást és talajfagyasztást egyaránt használtak.

Az egyik csatornánál, Slussen állomásnál az átvezetést (123 méter hosszan) a mederben pillérekre fektetett előregyártott vasbeton alagútelemekkel oldották meg. A szerkezetet úgy méretezték, hogy ellenálljon egy 1500 tonnás hajó esetleges elsüllyedésének is.

Az egypályás alagutak 4,3 méter, a kétpályás alagutak 8,1 méter fesztávúak. A sínkorona feletti magasság 4,2 méter.

A stockholmi metró építészeti érdekessége a sziklába épített mélyállomás, ahol eredeti formájában hagyták meg a kibontott felületet, vagy csak lövellt betonnal vonták be, és képzőművészeti alkotásokkal dekorálták.

A sziklaállomás jó lehetőséget kínál a tagolt és sík felületek, a fény és árnyék, a színek és grafikus hatások összjátékának kialakítására.

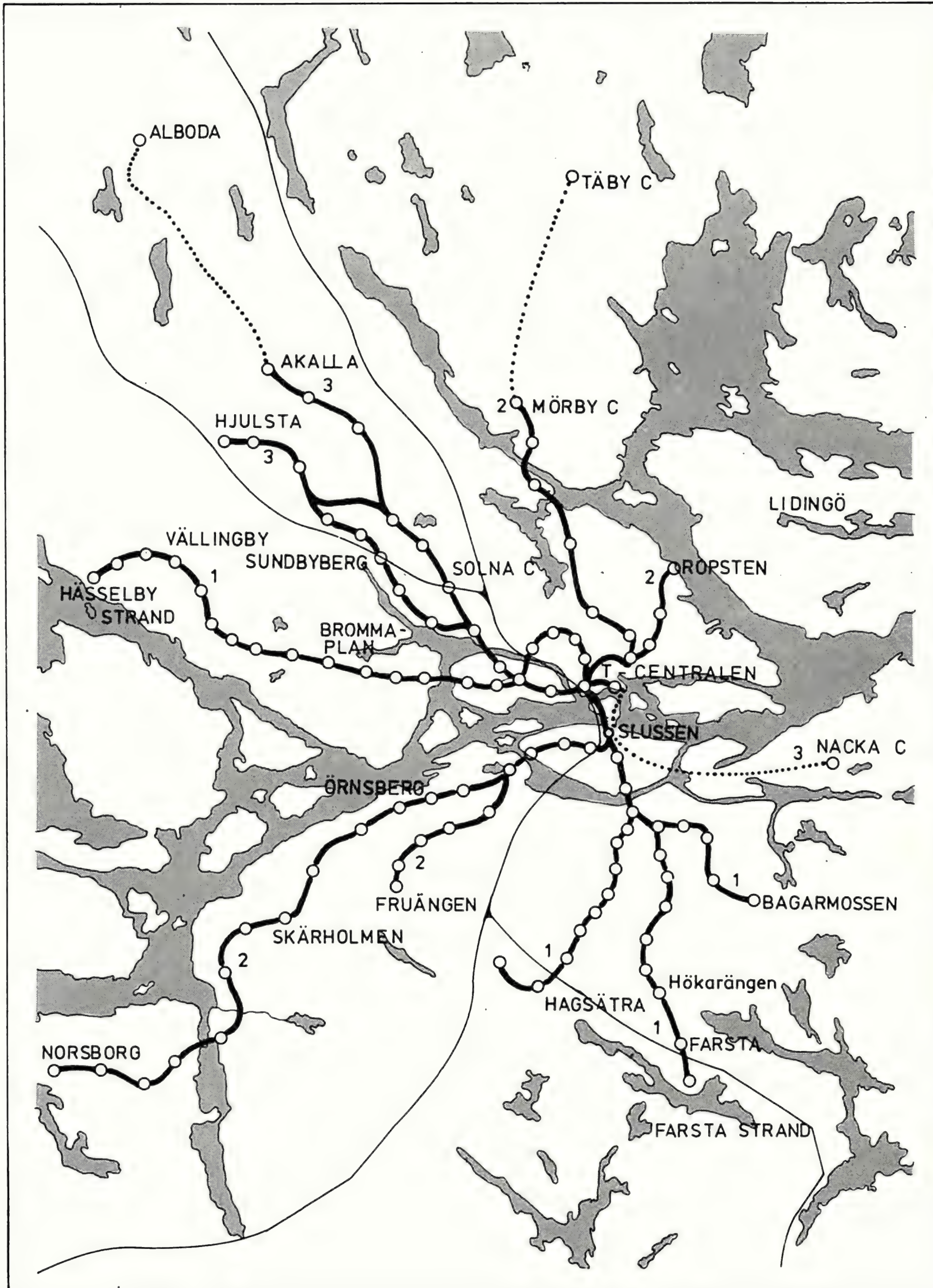
A normál nyomtávú vasúti pálya alapépítménye a zúzottkőre fektetett betonalj. Alapanyaga gránit, ami nagy mennyiségben kerül elő az építés során is, így igen olcsó.

A betonaljak 2,4 méter hosszúak és egymástól 741 milliméter távolságra fektetik őket.

A sín 50 kilogramm/folyóméter tömegű mangánötvözetű acél.

A sok felszíni szakasz miatt különleges feladatot jelent a hóeltakarítás. A váltókat elektromos fűtéssel látták el, szükség esetén a harmadik sín is fűthető. A pályát speciális ekék, hófúvó kocsik tisztítják.

A vontatási feszültséget a 30 kilovoltos váltóáramú országos hálózatról 5,6 megawatt teljesítményű vontatási alállomásokon alakítják 750 voltos egyenfeszültséggé. A transzformátorokból, szilíciumdiódás egyenirányítókból és megszakítókból álló alállomásokat számítógép vezérli.



Stockholm metróhálózata

A biztosítóberendezés automatikus sebességellenőrző rendszerrel rendelkezik. A 0, 75, 180 Hz frekvencia 15, 50, 90 kilométeres óránkénti sebességnek felel meg. Az előírt sebesség az előző vonat helyzetétől függ és a kocsivezető fülkéjében is kijelzik (a sátorjelzőn).

Ha a vonat sebessége meghaladja az előírt értéket, a fékek automatikusan működésbe lépnek.

Az üzemi berendezésekhez központi órahálózat, ipari tv-lánc, rádiótelefonhálózat is tartozik.

A metrókocsik kilenc típusból állnak, de műszakilag megoldott, hogy különböző típusúakból is összeállítható a szerelvény.

A legkorszerűbb járművek tirisztoros motorvezérléssel, rekuperációs fékezéssel rendelkeznek.

A vontatási feszültség 650 volt, de 750 volt is lehet. Attól függően, hogy melyik vonalon közlekedik a szerelvény.

A kocsik befogadóképessége 138 és 156 hely között változik, az ülőhelyek aránya 31 százalékos.

A vonalon kettős kocsikból összekapcsolt 8, vagy 10 kocsis vonatok közlekednek. A csúcsforgalmi követési idő 150 másodperc, így az irányonként és óránként elszállítható utasok száma 36 ezer.

A metró részesedése a városon belüli utazásokból 60 százalék.

A metróüzemeltetés egyik legsúlyosabb problémája a rongálás, a vandalizmus. Ennek csökkentésére 140 fős saját rendőri szervezetet hoztak létre.

Szöul

A város lakosainak száma közel 8 millió és a tömegközlekedés megoldása egyetlen módjának a metróhálózat gyors ütemű építését tekintik.

Az első vonal építését 1971-ben kezdték és első 9,5 kilométer hosszú szakaszát 1974 augusztusában nyitották meg. A vonalon 6 kocsis szerelvények csúcsidőben 3 perces követési idővel közlekednek. A vonalon alkalmazott szerkezet alapvetően a nyílt munkagödörben épült négyszög keresztmetszetű ikeralagút, melynek magassága 5,75, szélessége 4,1 méter. Az alagút mélysége 2,5–14 méter között változik. A legkisebb pályaívsugár 400 méter, a maximális emelkedő 40‰. Az 50 kilogramm/folyóméter tömegű síneket talpfákon és zúzottkő ágyazaton helyezték el.

Az állomások nagyobbrészt szélső peronosak, a peronhosszúság 220 méter, ami 10 kocsis vonatok közlekedését teszi lehetővé.

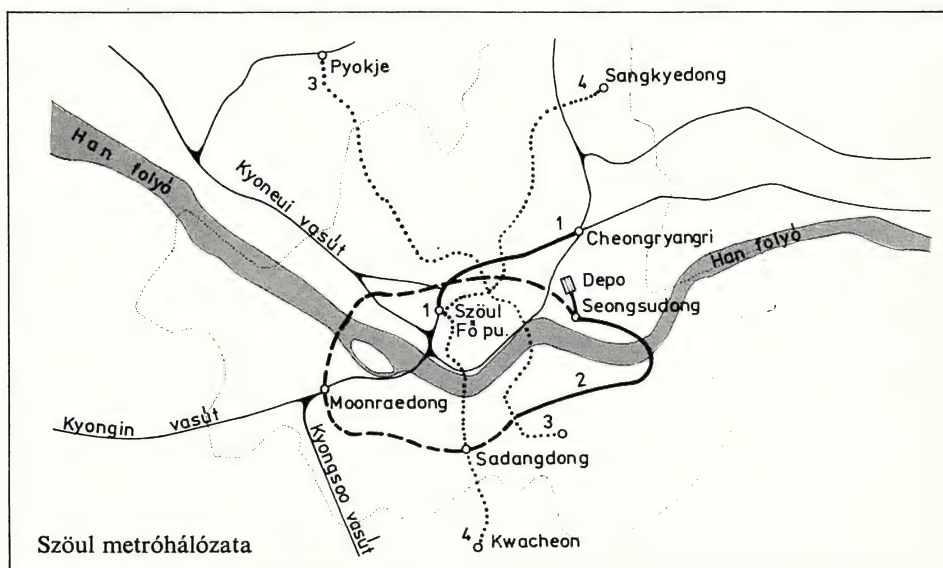
A második, a körgyűrű alakú vonal első, 14,2 kilométeres szakasza 1980-ban nyílt meg. A két vonalszakasz a közös járműtelepen keresztül kapott vágánykapcsolatot. A metróvonalakhoz szorosan kapcsolódik az elővárosi vasúthálózat, amelyen a metróépítéssel egyidőben nagyarányú rekonstrukciót hajtanak végre.

Jellegzetes példa, hogy a nagyvasút villamos motorvonatai két feszültségű üzemre készültek. Saját vonalaikon 25 kilovolt, 50 Hz váltóárammal, a metróvonalakon 1500 voltos egyenárammal működnek. A négy vonalból álló metróhálózat tervezett hossza 115 kilométer.

Építik a 2. vonal folyótól délre eső 20 kilométeres szakaszát, amely 1982-ben készül el, a befejező 14 kilométeres rész 1983-ban kerül be a forgalomba.

1980-ban megkezdték a 30 kilométer hosszú (22 állomás) 3. vonal, és a 27 kilométer hosszú (23 állomás) 4. vonal építését is, melyeket 1984-re kívánnak befejezni.

A teljes hálózat kiépítésekor a napi utasszám 5 millió lesz, ami a tömegközlekedési utazások 50 százalékát teszi ki a jelenlegi 6 százalékkal szemben.



Szöul metróhálózata

Taskent

Üzbegisztán fővárosának a lakossága a környezettel együtt 1,8 millió. A város észak–déli irányban 24 kilométer, kelet–nyugati irányban 12 kilométer kiterjedésű. A felszíni közlekedési eszközökön a város egyik végétől a másikig történő utazás több mint egy óráig tart.

Az 1966-os nagy földrengés után közel 700 ezer ember költözött a külvárosi negyedekben épült új lakótelepekre, így naponta félmillióan kényszerültek mintegy 18 kilométert utazni, ami a forró éghajlati viszonyok miatt igen fárasztó volt.

A megoldást itt is a metró jelentette. Építését 1972-ben kezdték el és az első 12,2 kilométeres szakaszt 9 állomással 1977. november 6-án adták át. Ez volt az első metró Közép-Ázsiában.

A megnyitott vonalszakaszon minden állomás burkolat alatti, és két állomás kivételével rézsűs munkagödörben épültek.

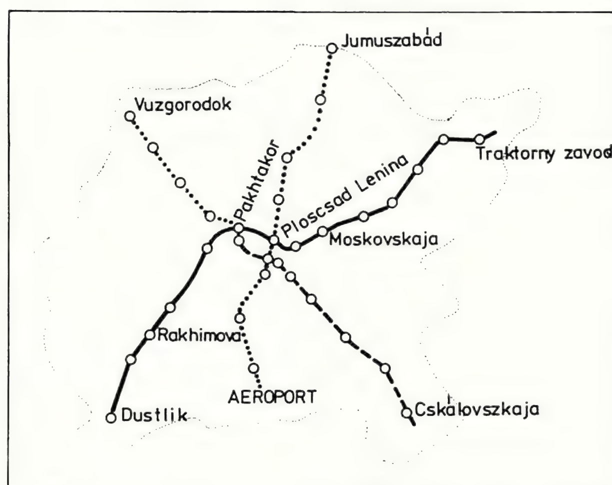
A vonalalagutakat részben nyitott munkagödörben csúszózsalus, vagy előregyártott keretelemekből, részben kis mélységben alagútfúró pajzzsal építették.

A különleges szeizmikus adottságok miatt az állomásokat és alagutakat földrengésre is méretezni kellett. A szükséges űrszelvényt az esetleges földmozgásokra való tekintettel nagyobb alagútmérettel biztosítják. (Az alagutak 30 milliméterrel szélesebbek és 140 milliméterrel magasabbak, mint más szovjet metrónál.)

A vonalat 1980-ban észak–nyugati irányban 4,5 kilométerrel meghosszabbították, így az üzemelő vonalhossz 16,7 kilométer, 12 állomással.

A második vonal építését is megkezdték a „Pahtakor" és a „Taskent" állomások között 5,5 kilométer hosszban, 5 állomással. Tervbe van véve további 2,2 kilométer hosszú szakasz 2 állomással. Távlatban a teljes vonalhálózat hossza mintegy 50 kilométer lesz.

A metrókocsik és a biztosítóberendezés azonos a többi szovjet metróéval.



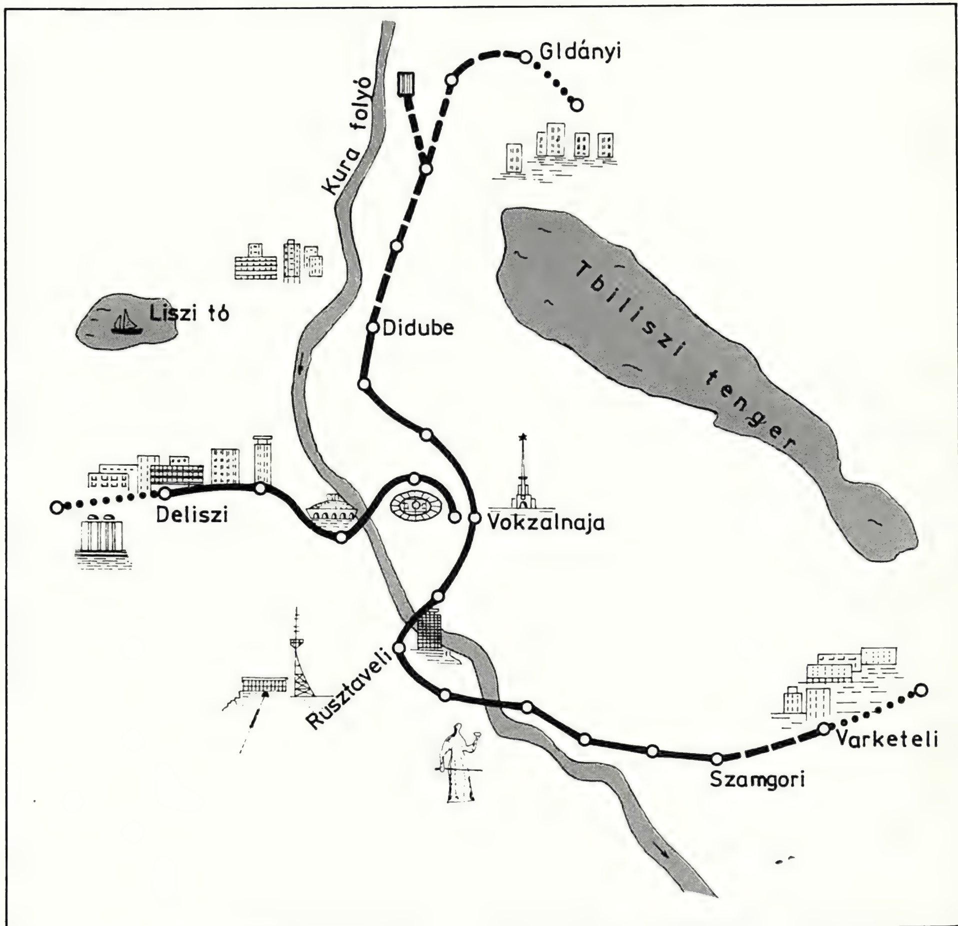
Taskent metróhálózata

Tbiliszi

Az 1500 éves grúz főváros a Kaukázus déli lejtőjén, a Kura folyó két partján, 22 kilométer hosszúságban terül el. A tengerszint feletti magasság a folyó mentén 400 méter, a várost 700 méter magas hegyek övezik.

A város mindkét végén vannak ipari és lakónegyedek.

Az első metróvonalat 6,3 kilométer hosszban 1965-ben nyitották meg a város középső részén, mely a felszíni „Didube" és a mélyvezetésű „Rusztaveli" állomások között érinti a főpályaudvart, kétszer keresztezi a folyót. Két szakaszban történt déli irányú meghosszabbítás és a második vonal megépítése után a hálózat 18,9 kilométer hosszú lett, 16 állomással.



Tbiliszi metróhálózata

Az állomások 100 méter hosszúak, 5 kocsi befogadására alkalmasak. A mélyállomások szerkezeti érdekessége, hogy a nagy mélység ellenére karcsú oszlopokon nyugszanak a boltívek, mert azokat nem kellett a teljes kőzetnyomásra méretezni.

A vonalalagút-építésnél itt alkalmazták a Szovjetunióban először az úgynevezett sajtolt betonos, pajzsos alagútépítést. Ennek az a lényege, hogy az alagútfúró pajzs mögött egy zsaluzókocsi helyezkedik el, az előrehaladásnak megfelelően friss betont szivattyúznak a kifejtett szelvény és a zsaluzófelület közé. Ezt a betont a pajzs összenyomja, tömöríti és így építi maga mögött a monolit beton alagútfalazatot.

A metró műszaki berendezései és járművei szovjet gyártmányúak, megegyeznek a többi szovjet metrónál alkalmazottakkal.

Az üzem abban tér el más szovjet városok metróitól, hogy a vonatokat egy vezető irányítja, annak ellenére, hogy csak hagyományos térközbiztosítás van. A vezető hirtelen rosszullétéből adódó baleseteket a szigorú orvosi vizsgálattal és napi orvosi ellenőrzéssel előzik meg. A maximális forgalomsűrűség 24 vonatpár óránként (150 másodperces követési idő).

A második vonal a „Vokzálnaja" (pályaudvar) állomástól nyugatra „Delisziig" négy állomást tartalmaz. Az első vonal tovább épül jelenleg észak felé, 6,6 kilométer hosszúságban 4 állomással, és dél felé, 1,7 kilométer hosszon, egy állomással. Az állomások építészeti kialakítása a grúz népi építészeti hagyományokra épül.

Tiencsin

Kína második metrója 1980. augusztus hó 10-én nyílt meg Tiencsinben, a Sárga-tenger melletti nagy kikötővárosban. A város lakossága 4,3 millió, a környezetet is figyelembe véve 7 millió lakos közlekedésével kell számolni.

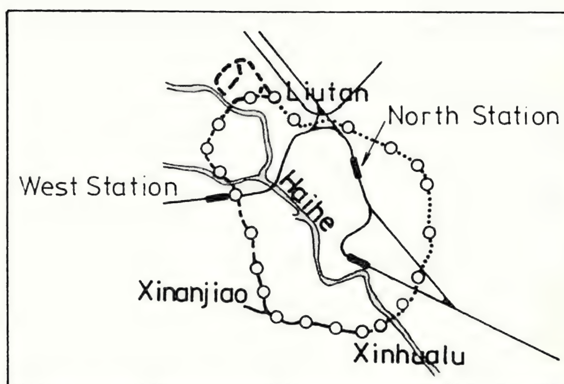
A metróvonal Xinhualu állomástól indul a Haihe folyó jobb partján, majd északra fordul és a Xinanjiao állomásnál ér véget az első üzembehelyezett szakasza. A tovább épülő vonal a West Station-nál kapcsolódik a vasúti forgalomhoz, majd tovább haladva a Liutan gyár közelébe vezet, így alakul ki a második építési ütem 7 kilométer hosszban. Ezután gyűrű alakban vezet vissza a kiinduló állomásra. Ez lesz a harmadik építési ütem.

Az üzembe helyezett vonalszakasz 5 kilométer hosszú, 6 állomással. Kis mélységben egy régi szennyvízcsatorna medrében épült. 1970-ben kezdték el az építést. Az alagutak kétvágányúak, 3,9 méter tengelytávolsággal. A tervezésnél a várható földrengésekre is figyelemmel voltak.

A maximális emelkedő 30 ezrelék, a legkisebb ívsugár 300 méter. A vágányok 50 kilogramm/méteres sínekkel és vasbeton aljakkal készültek. A nyomtáv 1435 milliméter.

Az építés költségei 15 millió jüant tettek ki kilométerenként. Jelenleg háromkocsis vonatok közlekednek maximálisan 70 kilométer/órás sebességgel. Az áramtáplálás harmadik sínnel megoldott.

A kocsik kínai gyártásúak.



Tiencsin metróhálózata

Tokió

Tokió, Japán fővárosa, ma a világ legnagyobb, legnépesebb városa. Magának a városnak a szorosan vett 572 négyzetkilométeres közigazgatási területén közel 8,7 millió ember él. A városkörnyékkel együtt 6326 négyzetkilométer területen a lakosság több mint 24 millió. A személyközlekedés tervezésénél 29 millió lakossal számolnak, figyelembe véve a fejlődést.

A tömegközlekedésre jellemző, hogy a városközpont körül húzott 59 kilométer sugarú körben 777 kilométernyi állami vasút, 867 kilométeres magánvasút és körülbelül 200 kilométernyi metró működik, amellett, hogy még villamos, autóbusz is igen nagy számban vesz részt a városi forgalom lebonyolításában.

A napi 23 millió utas 60%-át a vasutak, 22%-át a metró szállítja. Különös közlekedési feladatot jelent, hogy a város három belső kerületében, ahol csak 360 ezer lakos él, 2,2 millió ember dolgozik.

A metró építése a világ más hasonló nagyságú városaihoz képest némileg késett, mert az első rövid (2,2 kilométer) metróvonalat Ueno és Asakusa között (4 állomással) csak 1927. december 30-án nyitották meg. Ennek a késésnek fő oka volt, hogy a település követte a vasútvonalakat, amelyek elég sűrűn behálózzák a várost és már a század elején villamosítottak. Így a nagy helyi forgalom lebonyolítására is alkalmasak voltak.

A metró építését az 1923. évi nagy földrengés is késleltette. A japán földalatti vasút megalapítója Tokuji Hayakaron volt, akinek kezdeményezésére 1925-ben kezdték meg az építést. Eleinte igen lassan folytatták a munkát. A megkezdett első vonalat csak 1934-ben hosszabbították meg 8 kilométeres hosszúságúra.

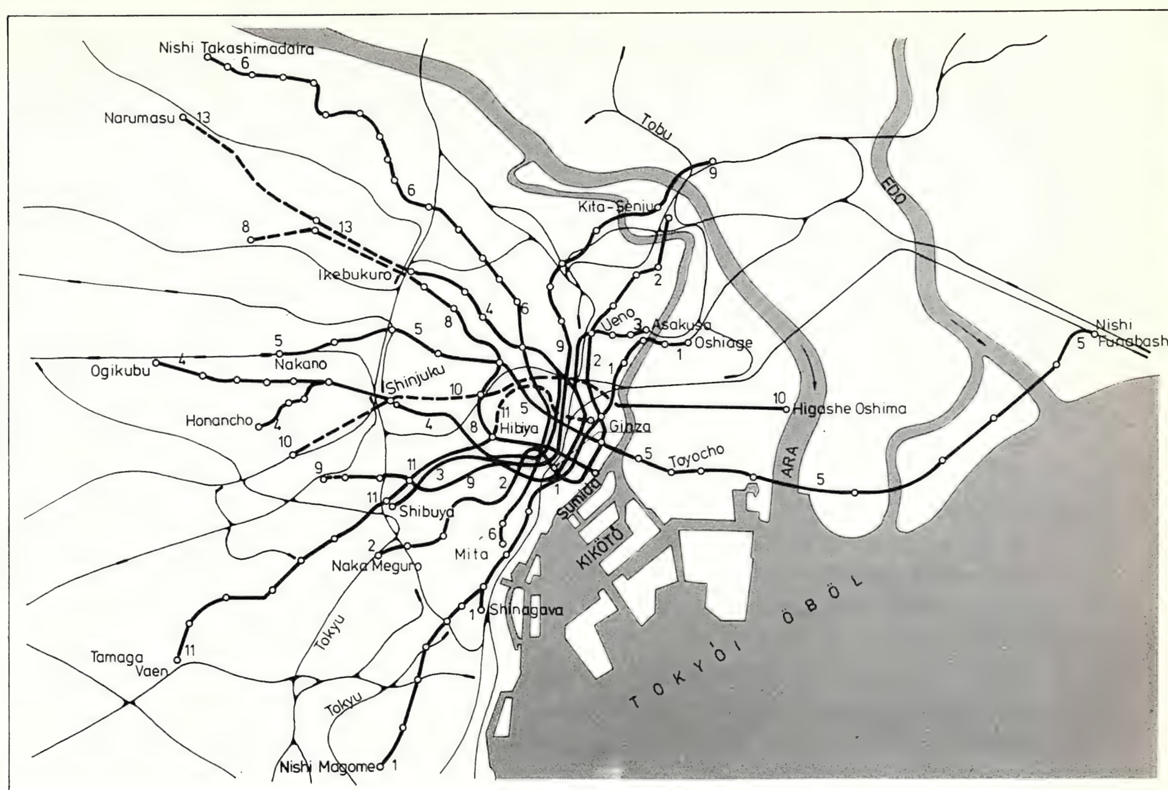
A metró első szakaszán a New York-i metrót vették mintának.

Tokió altalaja a város keleti és nyugati területén igen eltérő. Homok, agyag, iszap és kőrétegek váltakoznak. Folyós iszap is előfordul, általában magas a talajvízállás és különböző geológiai korú talajok váltakoznak. A belső városrész talaja hordalékos üledék, 30 méterig nagyon lágy és nedves. Az elővárosok erősen dombosak. Itt 4,5–7,5 méter vastag vulkanikus hamurétegek is előfordulnak, agyag-, homok- és homokkő rétegekkel átszőve. Az elővárosok és a belváros közötti magasságkülönbség eléri az 50 métert.

Általában a felszínről kibontott nyitott építési módot alkalmazták. Ahol a talajviszonyok megkövetelték, réseléssel építették az alagutat. A mélyebben fekvő alagutaknál zárt módszerrel, igen gyakran pajzshajtással dolgoztak. (Így készült az országgyűlési épület közelében lévő alagútszakasz, valamint az 5. vonal Sumida folyó alatti szakasza Toyocho körzetében.)

Itt öntöttvas tübbing, egyes helyeken vasbeton tübbing burkolatokat építettek be. Állomást is építettek 7,24 méter belső átmérőjű tübbing falazatú, kör keresztmetszetű alagutakból.

A hálózat hossza 1939-ben mindössze 16,5 kilométer volt. A nagyobb ütemű fejlesztés a II. világháború után indult meg.



Tokió metróhálózata

Az 1980. évben Tokió metróhálózata már 11 vonalból állt, amiből 7 vonalat az államvasutak és a város közös felügyelete alatt működő vállalat (TRTA), 3 vonalat a város vállalata (TBTMG) üzemeltet, egyet a vasút. Az összes működő szakasz együtt 187 kilométer hosszú 182 állomással.

A metróvonal 84%-a alagútban fekszik, a többi felszíni vagy magasvezetésű.

A tokiói metró a műszaki berendezések változatosságában egyedülálló, ezt a mellékelt, a tokiói metró üzemeltetési adatait tartalmazó táblázat illusztrálja.

Sajátos gondot jelentenek a különböző nyomtávú vonalak (1067 milliméter, 1372 milliméter, 1435 milliméter), az áramellátó rendszerek (600 volt és 1500 volt), valamint a harmadik sínes és felsővezetékes áramlevétel. Sok helyen a metró pályáján az államvasút vagy magánvasutak szerelvényei is közlekednek és metrószerelvények is használnak normál vasúti pályát.

Például: Az 1. vonal nyomtávja (Asakusa) 1435 milliméter, 1500 voltos egyenáramú felsővezetékkel működik és egy közös négyszögletes keresztmetszetű alagútban fut mind a két sínpár. A biztosítóberendezés önműködő blokkrendszerben üzemel, három fogalmú jelzőkkel és autostopokkal.

A 2. (Hibiya) vonal az északi Kita–Senju ipari negyedtől déli irányba a központ felé vezet. A város északi szélén a szerelvények átmennek a magánkézen lévő Tobu vasúti vonalra, a délnyugaton levő Naka-Meguró elővárosban az elektromos Tokió–Kyuko vasútra.

A magánvasúti szakasz használata miatt 1067 milliméteres nyomtávot kellett választani és az 1500 voltos egyenáram táplálást felsővezetékkel kellett kialakítani.

Itt alkalmaztak először T alakú acélsíneket a szokásos felsővezeték helyett azért,

hogy az alagúti szakaszokon teret takarítsanak meg. Időközben átálltak az alumíniumra. A T alakú sín alsó felére egy keményre húzott hornyolt rézdrótot helyeztek.

A vasútbiztosításhoz a szokásos önműködő térközbiztosító rendszert használják, 3 fogalmú fényjelzéssel, mechanikus autostopokkal. Több vonalon bevezették az automatikus sebességellenőrzést is, amely automatikusan figyeli a szerelvény futását és ha a motorkocsivezető túllépi a megengedett sebességet, a berendezés működésbe hozza a fékeket. A vonatvezetést a motorkocsivezető végzi, a berendezések csak ellenőrző tevékenységet látnak el.

1964 szeptemberében bevezették az 1. vonalon az automatikus vonatvezetést. Ennél a motorkocsivezető többé már nem végez vezetői funkciót, csak az indító nyomógombot kell megnyomja az állomásokon, a vonatot a számítógépes berendezések vezetik.

A 3. (Ginza) vonal a legöregebb tokiói metróvonal, egyben Ázsia legrégibb metróvonala, normál nyomtávú. Itt a vontatási áramot áramvezető sínek útján vezetik a szerelvényekhez. Az alagút négyszögletes keresztmetszetű, középső alátámasztással. A kettős alagút mérete: 7,64 méter széles, 3,96 méter magas, a sínkorona felett.

A keskeny nyomtávú (1067 milliméter) vonalakon a négyszög keresztmetszetű alagút szélessége ugyancsak 7,64 méter, de a magasság 4,74 méterre nő meg a felsővezeték elhelyezése miatt.

Emiatt a kocsiparkot nem lehet egységesíteni, de jobban lehet integrálni a csatlakozó vasútvonalakhoz, melyeken közös üzemeltetés is van.

A vasúti pálya kialakítása több vonalszakaszon eltér a szokásos megoldásoktól. Itt alkalmaztak például gumi alátétlemezt és gumi szorítólemezt a sín lekötésénél. A vasbeton magánaljakat betonágyazatba helyezik.

Az új metróvonalakra vásárolt kocsik a legmagasabb műszaki követelményeket is kielégítik.

Tokióban vezették be a világon először az úgynevezett szaggatós (Chapper) motorszabályozást és a rekuperációs fékezést, melynek energiafogyasztása a fele a hagyományos ellenállás-fékezésnek.

A jegyváltás elektronikusan működő automatákból történik, melyet a be- és kilépésnél peronzár-automaták ellenőriznek.

Az állomásokon a peronon a vonatajtó helyét felfestéssel jelölik, az utascsere gyorsítása érdekében a felszállók annak két oldalán állnak, helyet engedve a leszállóknak.

A fejlesztés legújabb és a metróknál elsőként alkalmazott megoldása az optikai szálas kábelekkel való jelátvitel, melyet a transzformátorállomások távműködtetéséhez, az automatikus sebességellenőrzéshez és más alrendszerekhez alkalmaznak.

A villamos berendezéseket a személyzet nélküli alállomásokon számítógépes központból felügyelik.

A metrószerelvények legkisebb követési időköze 110 másodperc, a szerelvények 5–10 db, 140–160 utast befogadó kocsiból állnak. A napi utasszám kb. 5 millió.

Folyik a hálózat bővítése, a korszerűsítési munka keretében a TRTA hálózatán a teljes légkondicionálást kívánja megvalósítani. Eddig 26 állomáson végezték el ezt a munkát.

A terv egy 574 kilométeres hálózat kiépítése, amely 13 vonalból áll. A vonalak mind átmérős, a külső városrészeket a belső városrészekkel összekötő vonalak.

A Ginza/Higashi Ginza átszálló csomópontban, mely a fő bevásárlónegyed alatt van, 4 metróvonal keresztezi egymást. A Ginza területén a metróellátás már ma is, felületegységre számítva a legnagyobb a világon.

Toronto

A kanadai Ontario állam fővárosa 1834-ben született, akkor 9000 lakosa volt, ma 2,8 millióan élnek a városban és környékén.

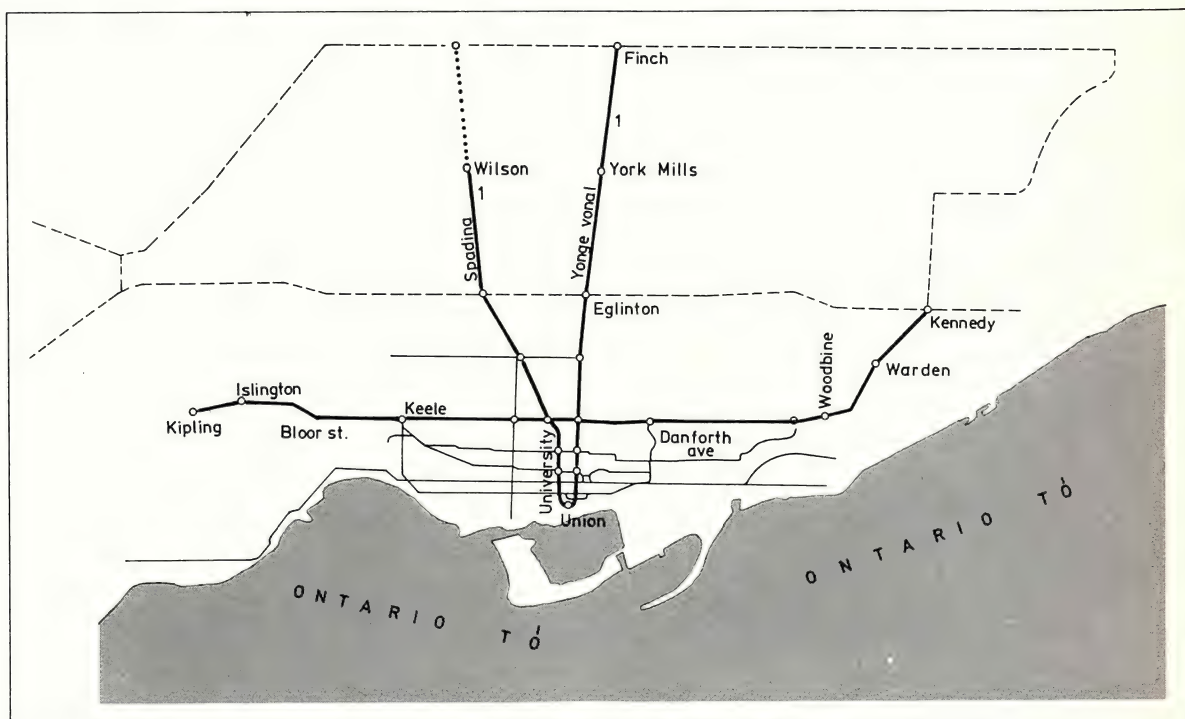
A város közlekedésének fejlődése igen kiegyensúlyozott és a tömegközlekedés elsőbbségét példázza.

Az első omnibusz 1849-ben indult útjára, a villamos 1892-ben, az autóbusz és trolibusz 1921-ben jelent meg.

A metróépítés első tervét 1910-ben készítették, de az építés csak 1949-ben indult. Az első 10 kilométeres szakasz átadására a Yonge vonalon az Eglinton–Union állomások között, 1954. március 30-án került sor.

Ennek meghosszabbítását, az University Line vonalat 1963. február 28-án helyezték üzembe.

A 2. vonal (Bloor–Danforth) középső részét Keele–Woodbine állomások között 1966. február 26-án helyezték üzembe. Mindkét vonalat több szakaszban bővítették és 1977-ben átadták a „Spadina" vonalszakaszt. 1980-ban újabb vonalhosszabbításokat végeztek. Így a hálózathossz mintegy 56,5 kilométerre nőtt, az állomások száma 58.



Toronto metróhálózata

A teljes hálózatból 14 kilométer a felszínen vezet. A föld alatti állomásokat, az alagutak nagyobb részét nyitott módszerrel, kis mélységben építették. Mintegy 9 kilométer az alagútfúró pajzzsal épített hosszúság.

Az állomások peronhossza 152 méter, a korábbiak oldalperonos elrendezésűek, az újabbak középperonosak, ez utóbbiak szélessége 8,85 méter.

A vasúti pálya nyomtávja a torontói villamosvágányokéval megegyezően 1435 milliméter, a minimális ívsugár 122 méter, a maximális emelkedő 35‰.

A vontatási feszültség 600 volt egyenáram, az áramfelvétel harmadik sínről történik.

A biztosítóberendezés automatikus térközbiztosítás, a jelzőknél mechanikus vonatmegállító szerkezettel kiegészítve, és vonatazonosító is tartozik hozzá.

A maximális vonalkapacitás 40 ezer utas óránként és irányonként.

Az YSL (Yonge Street Line) vonal első 134 kocsiját a londoni metró tapasztalatai alapján Angliában gyártották. A kocsik hossza 17,14 méter, szélességük 3,10 méter és a magasságuk a sínkoronaszint felett 3,66 méter; 62 ülő- és 168 állóhely áll rendelkezésre kocsinként.

A meghosszabbítás üzembehelyezésekor Montrealban gyártott alumínium szerkezetű kocsikat helyeztek üzembe. Ezek a szokásosnál hosszabbak; 22,70 méter a hosszuk, szélességük 3,12 méter, magasságuk a korábbi kocsikéval megegyezik. 76 ülő- és 174 állóhellyel rendelkeznek. Az alumínium szerkezetű kocsik tömege 30,5 tonna, az utasoké 21,5 tonna. A 6 új kocsiból álló szerelvény megfelel a régi 8 kocsis szerelvény kapacitásának – a súlymegtakarítás 40 százalékot tesz ki.

Az új kocsiknál a forgócsap távolság megegyezik a régivel: 16,2 méter, a kerékátmérő azonban 75 centiméterről 70 centiméterre csökkent. A kocsirugózás a légnyomás és acélrugó kombinációjából áll, függőleges és vízszintes irányú hidraulikus lökésgátlókkal.

A kétkocsis vonategységekből 4–6–8 kocsis szerelvényeket állítanak össze. A vonatkövetési idő 130 másodperc. Az üzemidő reggel 6 órától éjjel 2 óráig tart. A metró a város tömegközlekedési utazásainak egyharmadát bonyolítja le, a napi utasszám 720 ezer.

A metróépítést nem folytatják, mert a város lakosságszáma nem emelkedik és a meglévő vonalak nincsenek teljesen kihasználva.

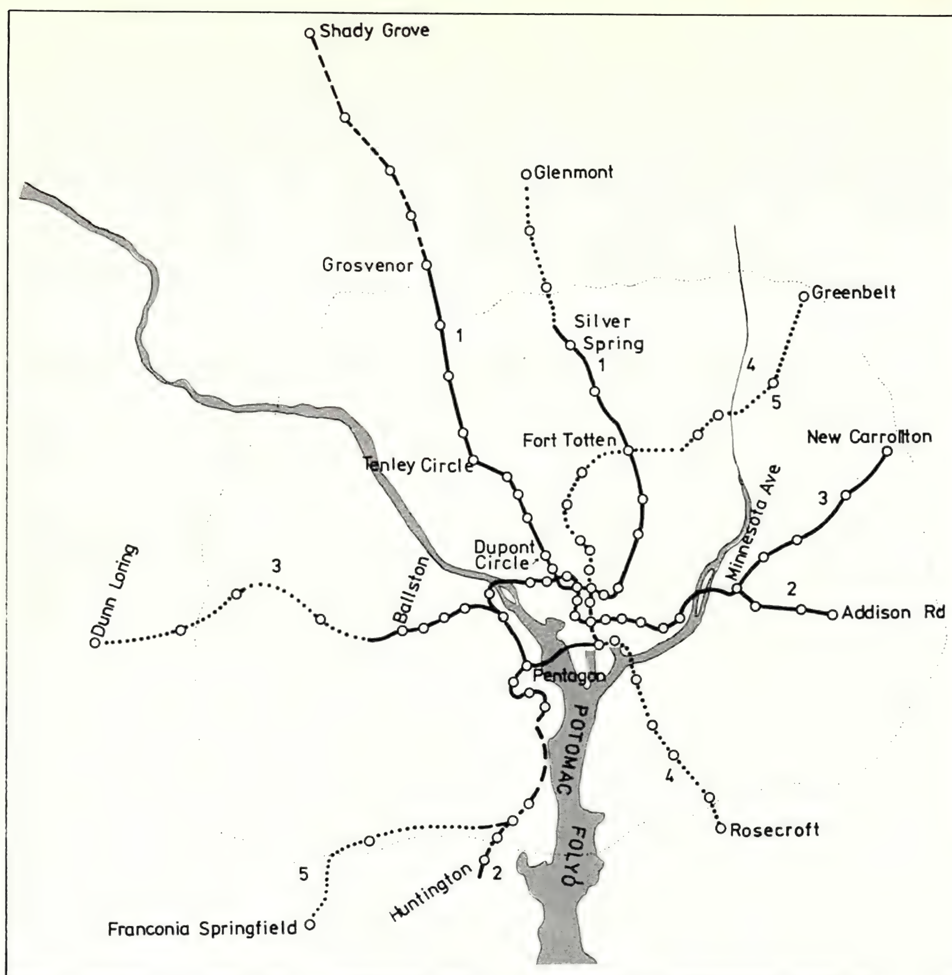
Washington

Az Egyesült Államok fővárosa, ellentétben egy sor amerikai nagyvárossal, amelyek jelentős metróhálózattal rendelkeznek, csak 1969 végén kezdett hozzá a földalatti építéséhez.

Ha a város lakosságszámát (700 ezer) nézzük, nem látszik indokoltnak metró üzembehelyezése. Az a körülmény viszont, hogy a környéke igen nagy, kevés átmenő főútvonalat tartalmaz, a korlátozott épületmagasság miatt igen kiterjedt a belváros, és csúcsórákban igen nagy a környéki forgalom, mégis szükségessé tette a földalatti hálózat építését.

Mélyállomás





Washington metróhálózata

Az első tervek 1957-ben az 1980-as évig egy 160 kilométeres hálózat kiépítését tartalmazták (86 állomással). Különböző okok, főleg pénzügyi nehézségek miatt, ez a program mintegy 10 éves késedelmet szenvedett. Az első metrószakasz 7,4 kilométeres hosszon 1976. március 27-én épült meg, 1977. július 1-én üzembe helyezték a második vonal 20 kilométeres szakaszát és 1980 végére a négy vonalból álló hálózat hossza már 60 kilométer.

A következő két évben ez 32 kilométerrel bővül és 1990-re éri el a 160 kilométeres vonalhosszúságot.

A vonalak és állomások mintegy fele felszínen épült, a föld alatti vonalak és állomások mélyvezetésűek, több állomás 40 méteres mélységben van. (Emiatt sok kritika érte a tervezőket, mert a mélyvezetésű építés költsége háromszorosa a kismélységű kialakításnak).

A Dupont Circle mélyállomáshoz vezető 70 méter hosszú mozgólépcső-alagút, mely teljes hosszában gránitréteget harántol, idegenforgalmi nevezetességgé vált.

Az állomások fő jellemzői a nagy szabad terek, a teljes egyöntetűség. A felhasznált építészeti anyagok, beton, bronz, tégla, gránit mindenütt azonosak és az állomások funkcionális kialakítása is ugyanaz a mélyállomásokon és felszíni állomásokon is.



Felszíni állomás

Ezt a kialakítást azzal is indokolják, hogy így elejét lehet venni az úgynevezett metróbűnözésnek. Az állomásokon nincsenek oszlopok, sötét sarkok (a mélyállomások egyboltozatosak), a teljes terület tévékamerával ellenőrizhető, a mellékhelyiségek zárva vannak, a kulcsot külön kell elkérni, minden állomáson (minden vonaton is) állandó rendőrőrszem van. Valószínűleg ennek köszönhető, hogy a washingtoni metróbűnözés elenyésző a többi amerikai város metrójához képest és sikerült a vandalizmust is megelőzni.

A washingtoni metró üzemi berendezései is tükrözik, hogy egy vezető gazdasági nagyhatalom fővárosának metrójáról van szó.

Az áramellátás és vonatirányítás komputerizált, automatizált. A vonatok, az állomások légkondicionáltak. A vasúti pálya kialakítása minimálisra csökkenti a vibrációt és zajt. A kommunikációs rendszer elemei: tv-lánc, sokoldalú rádiókapcsolat, üzemi, segélykérő és magánhasználatra szolgáló telefonhálózat.

Közlekedésszervezési érdekesség, hogy a metróhálózat részeként, kiegészítőjeként alakították ki az úgynevezett „metróbusz" vonalakat, melyek a metróvállalat kezelésében is vannak.

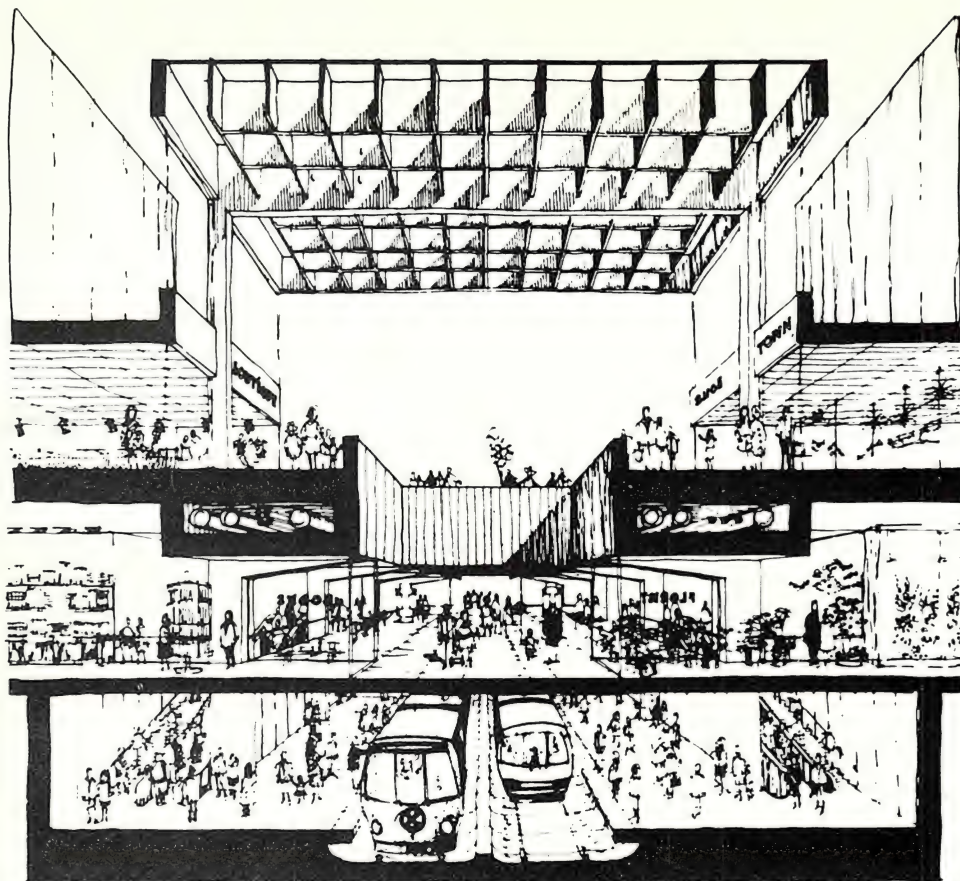
A világ legfejlettebb és legkomplikáltabb jegyrendszerét vezették be. A jegy mágnesesen kódolt kártya, melyet automatákból lehet vásárolni 20 dollár értékig.

A jegyautomata bankjegyet és fémpénzt egyaránt elfogad, az utas állítja be, hogy milyen értékű jegyet kíván venni.

A peronzáron átlépve az utas a mágneskártyát a jegykezelő automata nyílásába teszi, mely a belépési pont kódolása után visszaadja. A kijáratnál újból el kell helyezni a jegykezelőbe, mely az utazás árát levonja a kártyán lévő összegből. Ha a kártyán levő összeg nem elég, lámpajelzés irányítja az utast az utánfizető géphez, és csak ha fizetett, akkor hagyhatja el a rendszert.

Azok az utasok, akik „metróbusszal" utaznak tovább, az átszálló állomás kijáratánál lévő gépből ingyen továbbutazási jegyet vehetnek ki.

A metró üzemideje 1976 és 1978 között 6–20 óráig tartott és vasárnap nem üzemelt. 1978 szeptemberében az üzemidőt 24 óráig meghosszabbították és vasárnap is van



Metróállomás utasforgalmi kapcsolatainak jellegzetes megoldása

forgalom. Az utasszám napi csúcsa a jelenlegi hálózaton 300 ezer utas. A reggeli és esti csúcsidőn kívül van egy déli csúcsóra is.

Természetesen az üzem erősen deficites.

Kiszámították, hogy a működtetés gazdaságosságához a teljesen kiépített hálózaton napi 1 millió utas kellene. Jelenleg a ráfizetés napi 100 ezer dollár.

A költségek kapcsán érdemes megjegyezni, hogy a Kongresszus által a 160 kilométeres hálózat kiépítésére elfogadott 2,5 milliárd dolláros költséget ma 7,2 milliárd dollárra becsülik, így a kilométerenkénti építési költség 44 millió dollár.

Annak ellenére, hogy a metró ellenzői többször megpróbálták a program csökkentését elérni, az eredeti terv szerinti hálózat kiépítése folyik.

Mélyállomás Prágában (zöld vonal)



Rio de Janeiró-i metrókocsi



Magasvezetésű
szakasz
a San Franciscó-i
BART metrón

A San Franciscó-i
metróállomás
P + R parkolója



A San Franciscó-i metró felszíni szakasza



A San Franciscó-i metró föld alatti állomása



Sapporói metrókocsi

A São Pauló-i metró felszíni szakasza



A szöuli metró állomása és szerelvénye

A stockholmi metró
gránitba épített
mélyállomása

A stockholmi metró
sziklaalagútból
épített állomásának
építészeti kialakítása



A stockholmi metró viadukton vezetett szakasza



A stockholmi metró egy burkolat alatti állomása

A tokiói metró 1372 mm nyomtávú felső áramszedős szerelvénye





A tokiói metró 1067 mm nyomtávú felső áramszedős szerelvénye



A torontói metró egy felszíni szakasza

Tokiói metróállomás

A torontói metró egy felszíni szakasza



A torontói metró burkolat alatti állomása



A washingtoni metró mélyállomása



A yokohamai metró állomása és szerelvénye



A washingtoni metró felszíni szakasza

A santiagói (Chile) metró egy felszíni állomása

A Tyne and Wear könnyű metró szerelvénye és állomása Newcastle-ban

A teljesen automatizált könnyű metró (UTDC) egy szakasza Torontóban

Az UTDC (Urban Transportation Development Corp) kísérleti vonata és irányító központja Kingstonban



Metróállomás bejárati utascsarnoka

Yokohama

Tokió közelében fekszik Japán második legnagyobb tengeri kikötő városa. Száz éve még jelentéktelen halászfalu volt, ma 2,6 milliós város. Igen nagy idegenforgalma van, a világ minden részéből érkeznek ide hajók.

Itt nyílt meg Japán első vasútvonala. A várost sok vasútvonal szeli át, ezek egy része a japán államvasutak, másik része magán vasúttársaságok kezében van.

A metró építését 1966-ban határozták el. Egy 64,5 kilométer hosszú, 4 vonalból álló hálózatot terveznek.

Az első vonal kelet–nyugati irányú, 1972-ben helyezték üzembe az első szakaszát. Az 1. vonal belső városközpontban fekvő szakasza után a 3. vonal belvárosi szakaszát építették meg. A két vonal eddig elkészült hossza 11,5 kilométer, s végig a föld alatt helyezkedik el. A 3. vonal kapcsolódik a vasúti központi pályaudvarhoz, a kikötő közelében.

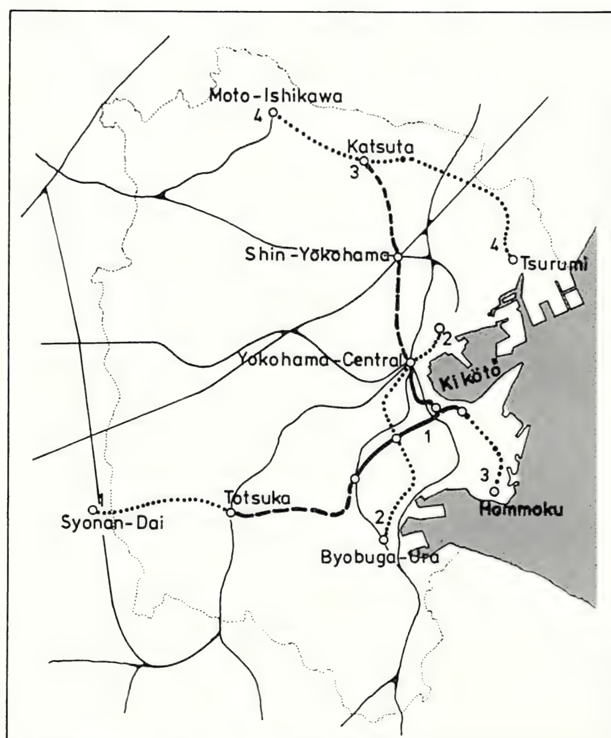
Az állomások 70–120 méter hosszúak, így az egyik vonalon 3, a másikon 5 kocsis szerelvények közlekedhetnek. A kocsik hossza 18 méter, szélessége 2,78 méter, négy 120 kilowattos motor adja a meghajtást. A kocsik 145 utast tudnak szállítani, az ülőhelyek száma 52.

A két vonalon 11 föld alatti állomás van, mindegyiket ellátták mozgólépcsőkkel (26 darab).

A forgalom bal menetes, a többi japán metróhoz hasonlóan.

Az elektromos áram 750 volt feszültségű egyenáram, vezetésére harmadik sínt alkalmaztak.

A városi tömegközlekedést a metróval és autóbuszokkal bonyolítják le, de ezek mellett nagy szerepük van az állami és magánvasutaknak is. Tokió innen vonattal 30 perc alatt érhető el.



Yokohama metróhálózata

Irodalomjegyzék

H. Havers: Die Untergrundbahnen der Welt (1967.) München.
H. F. Howson: London's underground (1967.) Cambridge.
H. F. Howson: The Rapid Transit Railways of the World (1971.) London.
Jane's: World Railways (1971, 1975.) Huddersfield.
Mandel/Wagner: Verkehrs-Tunnelbau (1969.) Berlin–München.
Peter Wolf: The future of the city (1974.) New York.
Derzsi–Várszegi: A metró és a budapesti közlekedés (1980.) Budapest.
Berliner Baubilanz (1980.) Nyugat-Berlin.
Cart actual (1978–1980.) Budapest.
Dokumentation information (RATP) (1977–1980.) Párizs.
Ellénikoi Élektrikoi Szidérodromoi (1970.) Athén.
Glasgow's clockwork orange' (1980.) Glasgow.
Handbuch für Stadtverkehr (UITP. 1979.) Brüsszel.
London Transport (1978–1980.) London.
„Lea" Transit Compendium (1974., 1975.) Huntsville USA.
Memoria correspondiente el ejercicio (1980.) Barcelona.
Metro information Lyon (1978–1980.) Lyon.
Moszkovszkoje metro (1980.) Moszkva.
Prazské metro (1978–1980.) Prága.
Rolling Stock Industry in Japan (1978.) Tokió.
Schnellbahnbau in Hamburg (1975.) Hamburg.
The Montréal métro (1976.) Montreal.
The Stockholm Underground (1976.) Stockholm.
U-Bahn für München (1980.) München.
U-Bahn-bau in Wien (1978.) Bécs.
Venticinque anni della Metropolitana Milanese (1981.) Milánó.
Baumeister (München)
Bauingenieur (Nyugat-Berlin)
Civil Engineering (New York)
Der Stadtverkehr (Bielefeld)
International Railway Journal (New York)
Közlekedéstudományi Szemle (Budapest)
L' architettura (Róma)
Mass Transit (Washington)
Metrosztroj (Moszkva)
Mélyépítéstudományi Szemle (Budapest)
Railway Gazette (London)
Railway Engineer (London, New York)
Városi Közlekedés (Budapest)
Verkehr und Technik (München)

Az üzemelő metrókocsik fontosabb műszaki adatai

Város	Kibocsátás éve (típus)	Hossz. m	Szélesség m	Magasság m	A kocsi befogadó képessége	Ülőhely	Az ajtók száma oldalanként és szélességük mm	A legkisebb vonategység	Üres tömeg t
Amszterdam	1977	18,75	3,00	3,54	150	50	3×1300	M+M	27,0
Athén	1952–78	17,8	2,86	3,60	180**	56**	3×1200	M+V	37/26*
Atlanta	1978	22,8	3,20	3,61	200	62/68*	3×1270	M_2, M,	36,7/35,4
Baku			Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Barcelona	1972–75	16,50	2,72	3,705	200	36	4×1240	M+M	29,5
Ny-Berlin	1974–76 DL nagyprofil	15,85	2,65	3,425	197**	38**	3×970	M+N	17,7
Berlin (NDK)	1979 kisprofil	12,425	2,26	3,19	110**	33**	2×1200	M+N	17,5
Bécs	1978	18,0	2,80	3,5	140	49	3×1300	M+M	26,3
Boston	1977	19,95	3,00	3,7	213	58	3×1220	M+M	28,6
Budapest			Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Buenos Aires	1967	17,0	2,60	2,52	150	42	4×1250	M+M	27,2
Bukarest		19,6	2,60		200	42	4×		32,5
Brüsszel	1976	18,2	2,70	3,41	161	40	4×1300	M+M	30,5
Chicagó	1974–77 2400 sor	14,63	2,84	3,65	150	45/49*	2×1270	M+N	22,6
Cleveland	1967–70 Pullmann	21,4	3,18	3,66	140**	80**	4×1300	M+N	29,0
Glasgow	1977	12,575	2,34	2,65	90	36	4×1250	M	24,0
Hamburg	1968–71 DT3	13,87 10,78 13,87	2,48	3,35	103 90 } 296 103	32 28 } 92 32	6×1214	R3	17,45 11,9 } 46,7 17,3
Hongkong	1978	22,75* 22,0	3,096	3,70	375	48	5×1400	M+N	39
Jereván			Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Kijev			Lásd a szovjet kocsitípusoknál						

A kocsiszekrény anyaga és külső felülete	Fajlagos üres tömeg kg/m²	A kocsiszekrény alátámasztása (rugózás)	A kerék jellemzője	Az utasajtók rendszere	Mechanikai fék	Rögzítőfék	Zajszint az utastérben dB(A)
Acélváz rozsdamentes acél borítással, festetlen	500	Clouth gumi + légrugó	Monoblokk	Külső toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	-
Acél, festett	755/530*	Acélrugós himbás	Acél	Táskás toló			80
Alumínium festetlen,	506	Acél tekercsrugó + légrugó, himbás	Monoblokk	Táskás toló	Tuskós abroncsfék	Rugós	72
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
Könnyű acélszerkezet, festett	685	MEGI + légrugós	Acél	Táskás toló	Tárcsás	Rugós, pneum.oldás	-
Alumínium, festett	440	MEGI + gumirugós	Monoblokk	Táskás toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	75
Alumínium, festett	650	MEGI + MEGI	Monoblokk	Táskás toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	82
Alumínium, festett	530	MEGI + légrugó	Abroncsos acél	Lengő toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	-
Rozsdamentes acél	505						
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
Acél	640			toló			
Acél							
Alumínium, festetlen	644	Clouth gumi + légrugó	Abroncsos acél	Lengő toló	Tárcsás + sínfék	Rugós, hidr. oldás	80
Rozsdamentes acél, acél és üvegszál, festetlen	565	Gumirugó + gumi/acélrugó	Alumínium-tárcsán acél abroncs	Táskás toló	Tárcsás		72
Rozsdamentes acél	445	Laprugó + légrugó	Acél	Külső toló			
Acélvázon alumínium borítás, festett	845	Primer és szekunder gumirugó	Acél	Táskás toló	Rugós	Rugós, pneum. oldás	-
Acélvázon rozsdamentes acél borítás, festetlen	480	Clouth gumi + légrugó	Abroncsos acél	Külső toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	70
Alumínium, festetlen	590	MEGI + légrugó	Monoblokk	Külső toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	75
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							

Város	Kibocsátás éve (típus)	Hossz. m	Szélesség m	Magasság m	A kocsi befogadó képessége	Ülőhely	Az ajtók száma oldalanként és szélességük mm	A legkisebb vonategység	Üres tömeg t
Kobe	1976	19,0	2,83	3,685	142**	56**	3×	M+N	35,0
Leningrád	Lásd a szovjet kocsitípusoknál								
Lille	1980	12,7	2,06	3,25	80	22	3×1300	M+M	14,75
Lisszabon	1959–75	16,51	2,70	3,45	200	36	3×1200	M	36,5
London	1978 D78	18,37* 18,12	2,63	2,87	190	44/48* (M)	4×1070	M+P+N M+P+ +M	28,0* 18,5
Lyon	1977	18,37* 17,63	2,9	3,4	126/132*	52/56*	3×1300	M+P+ +M	29,0/22,0*
Madrid	1974 5000 sor	18,0	2,80	3,35	200	40	4×1200	M+M	32,0
Marseille	1977	16,36* 16,65	2,6	3,55	116/120*	44/48*	3×1300	M+P+ +M	26,0/23,5*
Milánó	1975 1. vonal	17,03	2,85	3,51	218	36	4×1300	M+P+ +M	29,6/25,1*
Milánó	1972 2. vonal	17,14	2,85	3,47	207	46	4×1300	M+P+ +M	27,8/17,5*
Mexico-City		17,2* 16,2	2,5	3,7	170	38/39* (M)	4×1300	M+P+ +N+N +P+M	26,9/20,6*
Montreal	1976	17,2* 16,42	2,515	3,76	160	40	4×1295	M+P+ +M	26,2* / 27,5***/ /20,4
Moszkva	Lásd a szovjet kocsitípusoknál								
München	1970–74	18,0	2,9	3,55	169	49	3×1300	M+M	25,85
Nagoya	1000 sor.	15,6	2,55	3,43	110/115*	38/44*	3×1300	M+N	25,0
New York (PATH)	1970–72 PA-3	15,62	2,86	3,57	165	33	4×1350	M	27,2
New York (NYCTA	1975 R46	22,86	2,98	3,69	210/225*	70/76*	4×1270	M, N	40,5* / 38,8

A kocsiszekrény anyaga és külső felülete	Fajlagos üres tömeg kg/m²	A kocsiszekrény alátámasztása (rugózás)	A kerék jellemzője	Az utasajtók rendszere	Mechanikai fék	Rögzítőfék	Zajszint az utastérben dB(A)
Alumínium	638		Acél				
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
Alumínium, festett	586	Légrugó	Gumiabroncsos, oldalsó vezetéssel	Lengő toló	Tárcsás		74
Acél festett	850	Himbás	Monoblokk	Táskás toló			
Alumínium, festetlen	640*	MEGI+ spec.gumi	Monoblokk	Egyszárnyú külső toló	Tuskós abroncs	Rugós, pneum. oldás	–
Alumínium, festett	450	Légrugós	Gumiabroncsos, oldalsó vezetéssel	Lengő toló			
Acél, festett	660	Clouth gumi + légrugó	Gumirugózott acél (gumigyűrűs)	Táskás toló	Tárcsás		78
Alumínium, festett	635	MEGI+ légrugó	Gumiabroncsos, oldalsó vezetéssel	Lengő toló			
Acélvázon alumínium borítás, festett	640*			Táskás toló			
Alumínium	595*		Monoblokk	Külső toló	Tárcsás		80
Acél	690/530*		Gumiabroncsos, oldalsó vezetéssel	Toló			
Acél, festett	625* 670***/ 510	Tekercs rugó	Gumiabroncsos, oldalsó vezetéssel	Táskás toló	Impregnált fatuskós		
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
Alumínium, festett	530	MEGI + légrugós	Abroncsos acél duplex hullámos könnyített tárcsával	Lengő toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	72
Acél, festett	658	Tekercsrugó + légrugós	Gumirugózott acél (gumitárcsás)	Táskás toló			
Alumínium, festetlen	634	MEGI + légrugós	Monoblokk	Táskás toló	Tuskós abroncs		72–76
Rozsdamentes acél, festetlen	645/600*	Gumigyűrű + légrugó	Monoblokk	Táskás toló	Műanyag tuskós abroncs	Kézifék	81

Város	Kibocsátás éve (típus)	Hossz m	Szélesség m	Magasság m	A kocsi befogadó képessége	Ülőhely	Az ajtók száma oldalanként és szélességük mm	A legkisebb vonategység	Üres tömeg t
Nürnberg	Azonos a müncheni kocsival								
Osaka	1977 6000 sor.	18,9	2,89	3,74	140/150*	52/60* (P)	3×1300	M+N+P +N+M	32/21*
Osló	1966–76	17,0	3,2	3,65	170/167*	63/60*	3×1250	M+M, M_2	28,77* / 29,77
Párizs (városi)	1968 MF 67D	15,15* / 14,79	2,42	3,436	157	24	4×1300	M+P+N +P+M	21,7*
Párizs (városi)	1978 MF 77	15,12	2,46	3,46	132/136*	45/52*	3×1575	M+P+N +P+M	27,0* / 20,5
Párizs (expressz)	1970	23,8* / 23,5	2,91	4,28	264/290*	64/72*	4×1300	M+P+P +M	57,0*
Párizs (expressz)	1980 MI 79	23,18* / 25,25	2,80	4,075	203**	78**	4×1300	M+P+P +M	57,3* / 53,2
Philadelphia (PATCO)	1968	20,57	3,05	3,76	200	80	2×1270	M+M	33,9
Prága	Lásd a szovjet kocsitípusoknál								
Rio de Janeiro	1977	21,75	3,17	3,65	311	40	3×1870	M+P	38
Rotterdam	1975	2×14,5	2,676	3,55	290	80	4×1360 2×650	Cs 6	42,6
Róma	1954–56	19,10	3,04	3,61	243	48	4×1250	M	40,5
San Francisco (BART)	1969	22,84* / 21,36	3,2	3,2	216/228*	72	2×1372	M+N	26,8/25,3*
Santiago	1977	16,85* / 15,78	2,6	3,62	169	38	4×1300	M+P+N +P+M	28,2 / 27,21*
Sao Paulo	1974	21,75	3,17	3,56	333	61	4×1300	M+M	32,8
Sapporo	1976	18,0	3,08	3,915	116*	44/52*	3×1300	M+P+P +M	25,5/23,5*
Szöul	1977	20,1	3,18	3,8	160/148*	54/48*	4×1300	V+N	43,5/34,5*
Stockholm	1970–76 (C6–C9)	17,0	2,8	3,78	156	48	3×1200	M+M	23,2

A kocsiszekrény anyaga és külső felülete	Fajlagos üres tömeg kg/m²	A kocsi-szekrény alátámasztása (rugózás)	A kerék jellemzője	Az utas-ajtók rendszere	Mechanikai fék	Rögzítő-fék	Zaj-szint az utas-térben dB(A)
Azonos a müncheni kocsival							
Alumínium, festetlen	610/400*		Acél	Táskás roló			
Acél, festett	541/560*	Acélrugós		Táskás roló	Eredeti: tuskós, tárcsás	Rugós	70
Acél	592	Gumirugós	Acél	Táskás toló	Tárcsás		
Alumínium, festett	755/574	Acél/gumi + légrugó	Acél	Lengő toló	Műanyag tuskós abroncsfék + tárcsás	Rugós	
Acél				Táskás toló			
Alumínium, festett	782**	Acél/gumi + légrugó	Acél	Táskás toló			
Rozsdamentes acél	554			Toló			
Lásd a szovjet kocsitípusoknál E_v és 81–700 típusok							
Rozsdamentes acél	625		Monoblokk				80
Acél	620		Gumirugózott acél (gumigyűrűs)	Táskás toló	Tárcsás	Rugós, pneum. oldás	80
Alumínium	711			Toló			
Alumínium, festetlen	380/390*	Légrugós	Acél	Táskás toló	Tárcsás	Rugós	72
Acél	680/685* 535		Gumi-abroncsos oldalsó vezetéssel	Toló			
Rozsdamentes acél	550	Clouth gumi + légrugó	Acél	Táskás toló	Tárcsás		
Alumínium, festetlen	460/424	Tekercsrugó + légrugó (terepjáró)	Gumi abroncsos, középső vezetéssel	Táskás toló			
Acél	709/562*		Acél	Toló			
Acél, festett	508	Tekercsrugó + légrugó	Abroncsos acél	Táskás			75

Város	Kibocsátás éve (típus)	Hossz m	Szélesség m	Magasság m	A kocsi befogadó képessége	Ülőhely	Az ajtók száma oldalanként és szélességük mm	A legkisebb vonategység	Üres tömeg t
Taskent	Lásd a szovjet kocsitípusoknál								
Tbiliszi	Lásd a szovjet kocsitípusoknál								
Tokió (TRTA.)	2. vonal	18,0	2,79	3,65	124	52	3×	M	31,5
Tokió (T.B.T.M.G.	6. vonal	20,0	2,79	3,65	150/170*	50/58*	4×1300	M+N	35,8
Tokió (TRTA.)	9. vonal	20,0	2,80	3,69	140**	51**	4×	M+N+P +N+N P+N+M	30,2/24,5* (M, N) (P)
Torontó	1965–77 H5	22,70	3,12	3,66	250	76	4×1140	M+N	30,5
Washington	1975–76	22,86	3,05	3,30	220	81	3×1270	M+M	32,6
Szovjet E típ.	1963	18,81	2,67	3,66	170	42	4×1208	M	32,0
Szovjet EM, EV3/ECs típus	1968	18,81	2,67	3,66	170	42	4×1208	M	32,5
Szovjet 81–700 típ.	1978	18,81	2,67	3,66	167/181*	42/48*	4×1208	M	33,0

JELMAGYARÁZAT

A legkisebb vonategység oszlopban:

M: motorkocsi egy vezetőállással
N: motorkocsi vezetőállás nélkül
M_2: motorkocsi két vezetőállással
P: pótkocsi vezetőállás nélkül
V: vezérlő pótkocsi (vezetőállással)
CS6: hattengelyű csuklós kocsi két vezetőállással
R3: háromrészes rövidre kapcsolt vonategység két Jacobs-forgóvázzal, két vezetőállással
+: félállandó, csak műhelyben bontható kapcsolat
M+M
M+N ikerkocsi

A kocsiszekrény anyaga és külső felülete	Fajlagos üres tömeg kg/m²	A kocsiszekrény alátámasztása (rugózás)	A kerék jellemzője	Az utasajtók rendszere	Mechanikai fék	Rögzítőfék	Zajszint az utastérben dB(A)
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
Lásd a szovjet kocsitípusoknál							
	660						
Acél vázon rozsdamentes acélbor. festetlen	669	Tekercsrugó + légrugó	Acél	Táskás toló			
Alumínium, festetlen	560/454*		Acél	Táskás toló			
Alum. rozsdamentes acél kereszttartók, festetlen	450	MEGI + légrugó		Táskás toló			79
Alumínium, festetlen	490	Gumigyűrű + légrugó	Monoblokk	Táskás toló	Külső tárcsás	Rugós, hidr. oldás	68
Acél, festett	660 670	Acél tekercsrugó + -acél-tekercsrugó himbás szerkezettel	Gumirugózott acél (pogácsás gumielemek)	Táskás toló	Műanyag tuskós	Kézi rugós, pneum. oldás	85 85
	680						85

A befogadóképességek és tömegek oszlopaiban:

*: M/N, vagy M/P, vagy M/N/P adatok külön-külön
**: M+N, vagy M+P átlagértékei
***: szaggatós változatra érvényes adat

$$\text{A fajlagos üres tömeg} = \frac{\text{üres tömeg}}{0{,}96\ (\text{hossz} \times \text{szélesség})}$$

Város	Szellőzés	Világítás	Engedélyezett max. sebesség km/ó	Hálózati feszültség V	Az áram bevezetés módja	Motorok száma és órás teljesítménye kW	Fajlagos állandó teljesítmény kW/t
Amszterdam	Kényszer	Izzólámpa	80	750	Harmadik sín alulról súr.	2×180 monomotor	11,3
Athén	Természetes	Izzólámpa	80	600	Harmadik sín	4×120	6,5
Atlanta	Légkondícionált	Fénycső	113	750	Harmadik sín	4×120 Külső gerj.	11,1
Baku	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Barcelona	Kényszer	Fénycső két sorban	70	1500 1200	Felsővezeték harmadik sín	4×100	11,5
Ny.-Berlin	Kényszer	Fénycső	70	750	Harmadik sín alulról súr.	2×135 monomotor	13,0
Berlin (NDK)	Kényszer	Fénycső egy sorban 420 lux	70	750	Harmadik sín felülről súr.	2×120 monomotor	11,7
Bécs	Kényszer	Fénycső két sorban 300 lux	80	750	Harmadik sín alulról súr.	2×200 monomotor	12,9
Boston	légkondicionált		110	600	Harmadik sín felülről súr.	4×82	9,7
Budapest	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Buenos Aires	Természetes		70	1500	Felsővezeték	4×116	15,0
Bukarest			90	750	Harmadik sín alulról súr.	4×66	6,9
Brüsszel	Természetes + kényszer	Fénycső két sorban	72	750	Harmadik sín alulról súr.	2×264 monomotor	14,7
Chicago	Légkondicionált	Fénycső	113	600	Harmadik sín felülről súr.	4×83	12,5
Cleveland	Légkondicionált	Fénycső	96	600	Felsővezeték	4×80	9,4
Glasgow	Természetes, vészhelyzetben: kényszer	Fénycső	54	600	Harmadik sín felülről súr.	4×35,6	5,0
Hamburg	Természetes	Fénycső	80	750	Harmadik sín alulról súr.	8×80 (4+0+4)	11,7
Hongkong	Légkondicionált	Fénycső	90	1500	Felsővezeték	4×90	7,8

Főáramköri kapcsoló-berendezés	Az automatizálás mértéke	Üzemi fék	Kiegészítő (vész) fék	Átlagos kezdeti gyorsulás m/s^2	Átlagos üzemi féklassulás m/s^2	Vészfék lassulás m/s^2
Hagyományos el. pn. kontaktorok	ATO CTC	Külső gerjesztésű ellenállás	Légfék	1,0	1,2	1,3
Hagyományos	WS DMC	Öngerjesztésű ellenállás	Légfék	0,8	0,8	–
Szaggató	WS, CS, ATO, DMC	Visszatápláló	Hidropneumatikus	1,36	1,36	1,58
	CS, ATS,	ATC				
Hagyományos vill. szervokontroller	WS, TI, ATC, DMC	Ellenállás	Légfék	1,0	1,1	1,1
Hagyományos vill. szervokontroller	WS, TI, ATC, ATO DMC	Külső gerjesztésű ellenállás	légfék	1,3	1,0	–
Hagyományos szervo-vezérkont. e. p. kontaktorok	WS, ATS, DMC	Öngerjesztésű ellenállás	Légfék	1,15	1,15	1,2
Hagyományos vill. szervokontroller	ATO, CTC, DMC	Külső gerjesztésű ellenállás	El. pneumatikus légfék	1,2	1,2	1,35
	WS, CS, ATS, ATC, DMC	Ellenállás	Légfék	1,12	1,12	1,2
	WS, ATS					
Hagyományos	WS, ATS, DMC	Ellenállás	El. pneumatikus légfék	–	–	–
Hagyományos	ATC	Ellenállás	Légfék	1,1	1,1	1,2
Szaggató	WS, CS, TI, ATS, ATC, DMC	Visszatápláló előgerjesztéssel	Légfék és sínfék	1,16	1,1	1,7
Hagyományos	CS, TI, ATC DMC	Ellenállás	Hidraulikus + sínfék	1,43	1,43	2,6
Hagyományos	CS, ATS	Ellenállás		1,23	1,34	1,56
Hagyományos, pneumatikus szervokontroll	ATC, ATO, DMC, WS	Ellenállás	El. pneumatikus légfék	1,2	1,2	1,8
Hagyományos, vill. szervokontr.	ATS, ATC, DMC	Külső gerjesztésű ellenállás	Levegővel lazított rugós	1,2	1,2	1,3
Hagyományos ol. pneumatikus szervokontroller	WS, CS, ATO, CTC, DMC	Ellenállás	Elektropneum. légfék	1,3	1,3	1,4

Város	Szellőzés	Világítás	Engedélyezett max. sebesség km/ó	Hálózati feszültség V	Az áram bevezetés módja	Motorok száma és órás teljesítménye kW	Fajlagos állandó teljesítmény kW/t
Jereván	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Kijev	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Kobe	Kényszer		100	1500	Felsővezeték	4×130	12,6
Leningrád	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Lille	Kényszer	Fénycső 300 lux	80	750	Harmadik (vezető) sín, két oldalról súr.	2×140	17,3
Lisszabon	Természetes	Fénycső	100	750	Harmadik sín, felülről súr.	4×100	9,3
London	Természetes	Fénycső két sorban	96	600	Harmadik és negyedik sín, felülről súr.	4×49	4,5
Lyon	Kényszer	Fénycső két sorban	90	750	Harmadik (vezető) sín, két oldalról súr.	2×217	9,2
Madrid	Kényszer	Fénycső két sorban 250 lux	80	600	Felsővezeték	2×210	11,2
Marseille		Fénycső két sorban	80	750	Harmadik (vezető) sín, két oldalról súr.	4×129	11,6
Milánó (1. vonal)		Fénycső	85	750	Harmadik és negyedik sín, felülről súr.	4×135	10,9
Milánó (2. vonal)	Kényszer	Fénycső	90	1500	Felsővezeték	4×135	12,6
Mexico-City		Fénycső két sorban	80	750	Harmadik (vezető) sín, két oldalról súr.	4×100	9,1
Montreal	Kényszer	Fénycső	80	750	Harmadik (vezető) sín, két oldalról súr.	4×115 4×125***	10,7
Moszkva	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
München	Kényszer	Fénycső	80	750	Harmadik sín, alulról súr.	2×180	11,8
Nagoya			65	600	Harmadik sín, felülről súr.	4×55	7,5

Főáramköri kapcsoló-berendezés	Az automatizálás mértéke	Üzemi fék	Kiegészítő (vész) fék	Átlagos kezdeti gyorsulás m/s²	Átlagos üzemi féklassulás m/s²	Vészfék lassulás m/s²
	WS, ATS					
	WS, ATS					
Szaggató aut. fluxus csökk.	ATO, később CTC			1,2	1,4	–
	ATS, ATO					
Szaggató	DO	Visszatápláló	Légfék	1,3	1,3	1,8
Hagyományos e. p. kontaktorok	WS, ATS, DMC ATO	Ellenállás	Légfék+ sínfék	0,9	0,9	1,2
Hagyományos pn. szervokontroll.	WS, ATS, DMC, ATO (I. vonal) AFD	Öngerjesztésű ellenállás+ légfék (P)	Pneum. lazított légfék	1,0	–	–
Szaggató	WS, CTC, DMC, ATO	Visszatápláló	Légfék	1,2	1,2	1,6
Hagyományos vill. szervokontroll.	WS, CS, DMC, ATS, ATC, ATO (1. vonal)	Külső gerjesztésű ellenállás	Elektropneum. légfék	1,0	1,0	1,2
Szaggató	CS, CTC, DMC, ATO	Visszatápláló	Légfék	1,2	1,2	2,2
Hagyományos	WS, CS, ATS, DMC	Külső gerjeszt. ellenállás	Légfék+sínfék	1,2	1,2	2,4
Hagyományos	WS, CS, ATS, DMC	Öngerjesztésű ellenállás + légfék (P)	Légfék+sínfék	1,2	1,2	2,4
Hagyományos	WS, CTC, DMC, ATO	Ellenállás	Légfék + sínfék	1,24	1,35	2,25
Hagyományos szaggató	WS, ATC, ATO (1. vonal) DMC	Ellenállás	Elektropneum. légfék	1,34 1,3***	1,46 0,9***	2,14 1,7***
	WS, ATS, ATC (2. vonal) ATO (2. vonal)					
Hagyományos vill. szervokontroller	WS, CS, ATO, DMC	Külső gerjesztésű ellenállás	Légfék	1,3	1,0	1,4
Hagyományos szaggató	WS, CS, ATC	Öngerjesztésű ellenállás		0,84	1,12	1,13

Város	Szellőzés	Világítás	Engedélyezett max. sebesség km/ó	Hálózati feszültség V	Az áram bevezetés módja	Motorok száma és órás teljesítménye kW	Fajlagos állandó teljesítmény kW/t
New York (PATH)	Légkondicionálás	Fénycső	112	650	Harmadik sín, felülről súr.	4×112	14,0
New York (NYCTA)	Légkondicionálás	Fénycső	88	600	Harmadik sín, felülről súr.	4×86	7,2/7,5*
Nürnberg	Azonos a müncheni kocsival						
Osaka		Fénycső két sorban	70	750	Harmadik sín, felülről súr.	4×120	7,7
Oslo	Kényszer	Fénycső két sorban 100 lux	70	750	Harmadik sín, alulról súr.	4×98	11,2
Párizs (városi)		Fénycső két sorban	70	750	Harmadik sín, felülről súr.	4×103	10,3
Párizs (városi)	Kényszer	Fénycső 400 lux	100	750	Harmadik sín, felülről súr.	2×260 monomotor	10,9
Párizs (expressz)			100	1500	Felsővezeték	4×200	
Párizs (expressz)	Természetes + kényszer	Fénycső két sorban	140	1500 és 25 kV	e. á./v. á. felsővezeték	4×353	10,9
Philadelphia (PATCO)			120	600	Harmadik sín, felülről súr.	4×116	11,6
Prága	Lásd a szovjet kocsitípusoknál E_v és 81—700 típusok						
Rio de Janeiro	Légkondicionálás	Fénycső	100	750	Harmadik sín, felülről súr.	4×142	12,7
Rotterdam	Statikus tetőszellőző	Fénycső	80	750	Harmadik sín, alulról súr.	6×56	6,7
Róma			100	1500	Felsővezeték	4×117	9,8
San Francisco (B. A. R. T.)	Légkondicionálás	Fénycső	130	1000	Harmadik sín, felülről súr.	4×112	14,2 15,0*
Santiago			80	750	Harmadik (vezető) sín kétold. súr.	2×120 monomotor	5,0
Sao Paulo	Kényszer	Fénycső	100	750	Harmadik sín, alulról súr.	4×112	11,6
Sapporo			70	1500	Felsővezeték	8×70	9,7
Szöul			80	1500	Felsővezeték	4×120	5,2

Főáramköri kapcsoló berendezés	Az automatizálás mértéke	Üzemi fék	Kiegészítő (vész) fék	Átlagos kezdeti gyorsulás m/s²	Átlagos üzemi féklassulás m/s²	Vészfék lassulás m/s²
Hagyományos	WS, CS, ATC, ATS, DMC	Ellenállás	Elektropneum. légfék	1,12	1,34	1,4
Hagyományos pn. szervokontroller	WS, ATS, DMC	Ellenállás	Légfék	1,25	1,35	1,5
Hagyományos	WS, CTC, DMC	Ellenállás	Légfék	–	–	–
Hagyományos vill. szervokontroller	CS, TI, ATC, DMC	Külső gerjesztésű ellenállás	Légfék	1,0	1,1	1,35
Hagyományos	ATS, ATO, CTC	Ellenállás		1,2	1,2	–
Szaggató	ATS, ATO, CTC	Visszatápláló	Légfék + sínfék	1,3	–	–
Hagyományos	WS, ATO, CTC	Ellenállás	Légfék	–	–	–
Szaggató + 25 kV-ra egyenirányító	WS, ATO, CTC	E.á. visszatápláló v.á. ellenállás	Légfék	0,9	0,95	–
Hagyományos	WS, CS, ATO, CTC	Ellenállás		1,34	1,34	1,43
E_v és 81-700 típusok	WS, CS, ATS, ATC					
Hagyományos	ATO, DMC	Ellenállás	Légfék	1,12	1,2	1,5
Hagyományos pn. vezérkontr. e. p. kontaktorok	CS, ATS, ATC	Külső gerjesztésű ellenállás	Elektropneum. légfék	1,0	1,2	1,2
Hagyományos	WS, CS, ATS, DMC	Ellenállás	Légfék + sínfék	1,25	0,84	–
Szaggató	CTC, CS, vezető nélküli (DO)	Visszatápláló	Hidraulikus	1,0	0,91	1,0
Hagyományos	ATO	Ellenállás	Légfék	1,3	1,8	2,2
Szaggató	CS, ATO, CTC, DMC		Légfék	1,12	1,2	1,5
Szaggató	ATC, ATO, CTC	Ellenállás	Hidraulikus	1,0	1,11	1,36
Hagyományos	WS, ATS, DMC		Elektropneum. légfék	0,7	1,0	1,2

Város	Szellőzés	Világítás	Engedélyezett max. sebesség km/ó	Hálózati feszültség V	Az áram bevezetés módja	Motorok száma és órás teljesítménye kW	Fajlagos állandó teljesítmény kW/t
Stockholm	Kényszer	Fénycső két sorban 150 lux	80	650/ 750	Harmadik sín, felülről súr.	4×87 4×100***	12,8
Taskent	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Tbiliszi	Lásd a szovjet kocsitípusoknál						
Tokió (TRTA)				600	Harmadik sín		
Tokió (TBTMG)		Fénycső két sorban	100	1500	Felsővezeték	4×100	9,5
Tokió (TRTA)		Fénycső két sorban	100	1500	Felsővezeték	4×145	12,8
Torontó	Kényszer		85	600	Harmadik sín, felülről súr.	4×94	10,5
Washington	Légkondicionálás		120	750	Harmadik sín, felülről súr.	4×126	13,1
Szovjet E típ. Szovjet EM, EV3/ECs Szovjet 81—700 típ.	Természetes tetőkopoltyúkkal	Izzólámpák izzólámpák fénycső	90 90 90	750 750 750	Harmadik sín, alulról súr. Budapesten felülről súr.	4×66 4×72 4×120	7,0 7,5 11,3

JELMAGYARÁZAT

A fajlagos állandó teljesítmény oszlopban:

A teljesítmény az órás teljesítményből $P_{áll} \cong 0,85\ P_{órás}$ közelítéssel van kiszámítva

A főáramköri kapcsolóberendezés oszlopban:

→ : áttérés folyamatban (szaggatóra)

Az automatizálás mértéke oszlopban:

A rövid jeleket az angol megnevezések rövidítéseként tüntettük fel.

WS	Pályamenti jelző	Wayside Signal
CS	Sátorjelző	Cab Signal
DMC	Éberségi berendezés	Dead Man Control
TI	Vonatszám azonosító	Train Identification
ATS	Aut. vonatmegállító	Automatic Train Stop
ATC	Aut. sebességellenőrzés	Automatic Train Control
ATO	Aut. vonatvezetés (egyemberes üzem)	Automatic Train Operation

Főáramköri kapcsoló berendezés	Az automatizálás mértéke	Üzemi fék	Kiegészítő (vész) fék	Átlagos kezdeti gyorsulás m/s²	Átlagos üzemi féklassulás m/s²	Vészfék lassulás m/s²
Hagyományos e.p. szervokontroller C9: szaggatós	WS, CS, ATS, ATC, DMC	Öngerjesztésű ellenállás *** visszatáplálás	Légfék	1,2	1,1	
	WS, ATC					
	WS, ATC					
Hagyományos	ATC, CS, DMC	Ellenállás	Légfék	0,98	0,98	
Hagyományos szaggató	WS, ATS, DMC, ATO	Öngerjesztésű ellenállás	Légfék	1,0	1,1	1,3
Szaggató	ATO, CTC	Visszatápláló	Légfék	1,4	1,6	2,1
Hagyományos szervokontroll.	WS, ATS, ATC, DMC	Ellenállás	Elektropneum. légfék	1,12	1,25	1,34
Hagyományos szervokontroller szaggató	ATO, CTC, DMC	Ellenállás visszatápláló	Pneu-hidraulikus	1,1	1,2	1,3
Hagyományos vill. szervokontroller	Lásd az egyes városoknál	Öngerj. ellenállás öngerj. ellenállás tirisztoros mezőgyengítéssel	Légfék	1,1 1,2 1,2	1,15 1,15 1,15	1,2 1,2 1,2

CTC	Központi automatikus vonatirányítás, a menetrend betartását is automatikusan szabályozva	Central Traffic Control
DO	Vezetőnélküli üzem	Driverless Operation
AFD	Automatikus központi hibaregisztrálás	Automatic Fault Detection

A világ üzemelő metróinak fontosabb adatai

Sorszám	Város	A közlekedésre jellemző adatok a város környezetét is belevéve						Az üzemelő metró		
		terület km²	lakosszám mill.	keresők száma mill.	tömegközlekedés hálózat hossza km	tömegközlekedés éves utazások száma mill.	személygépkocsi ezer db	első vonal megnyitása	hálózat hossza km	vonalak száma db
1.	Amszterdam	250	1,060	–	413,2	249	278	1977	18,0	1
2.	Athén	1000	2,724	1,020	4050	624,6	326	1904	25,7	1
3.	Atlanta	5330	1,700	0,706	1760	–	510	1979	22	2
4.	Baku	150*	1,435*	0,6*	1752,7	414,7	22	1967	22,6	2
5.	Barcelona	488	2,7	–	445	539,7	531	1924	56,3	6
6.	Berlin (NDK)	403*	1,116*	0,675*	1045,1	338	142	1902	16,1	2
7.	Bécs	415*	2,000	0,805	565,8	425,6	439	1978	25,3	3
8.	Boston	2641	2,996	1,154	1913,0	152,4	1492	1901	62,6	4
9.	Brüsszel	245	1,200	0,643	386,1	198,5	280	1976	12,7	1
10.	Budapest	1670	2,300	1,262	1588,7	1506,6	177	1896	25,1	3
11.	Buenos Aires	1064	9,315	–	4162,1	2626	690	1913	34,1	5
12.	Bukarest	605	1,695	–	730,5	1474,9	26	1979	8,1	1
13.	Chicago	3308	7,015	2,395	1522,3	370,4	2400	1892	143,9	9
14.	Cleveland	1673	1,715	0,829	1237,9	69,7	791	1955	30,5	1
15.	Glasgow	1175	1,900	–	873	–	99	1897	10,5	1
16.	Hamburg	3000	2,490	1,050	1514,1	393,3	480	1912	92,1	3
17.	Harkov	280*	1,800	–	883,8	808,1	–	1975	18,2	1
18.	Helsinki	182*	0,800		1329			1982	9	1
19.	Hongkong	1045	4,439	1,867	2707,5	1774,5	123	1979	15,6	1
20.	Jereván	–	1,100	–	–	–	–	1980	7,6	1
21.	Kijev	750*	1,764	–	1206,5	1255,7	–	1960	28,4	2
22.	Kobe	541*	1,364*	–	307,7	144,7	268	1977	5,7	1
23.	Kyoto	610,6*	1,398*	0,664*	–	–	178	1981	11,2	1
24.	Leningrád	527	4,066	–	2262,4	2197,8	–	1955	62,0	3
25.	Lille	372	0,893	–	175	–	213	1982	12,6**	1
26.	Lisszabon	84*	1,315	0,475*	634	433,4	137	1959	11,9	1
27.	Liverpool	646	1,578	–	1104	–	334	1977	25,0	3
28.	London	1597	7,168	–	6915	1969	1859	1863	421	9
29.	Lyon	490	1,140	0,5	713,2	239	372	1978	14,2	3
30.	Madrid	607	3,405	–	2110	907,3	621	1919	87,0	9
31.	Marseille	299*	0,970*	–	612,6	98,4	325	1977	9,2	1
32.	Mexico-City	1500	11,800	–	2946,8	2191	750	1969	70,0	5
33.	Milánó	1825	4,700	–	1308	649,2	693	1964	38,5	2
34.	Montreal	372	2,919	–	957,3	452,4	1373	1966	33,3	3
35.	Moszkva	887	8,700	4,030	4716,5	5407,4	134	1935	190	8
36.	München	424	1,800	–	735,2	398,5	401	1971	31,5	3*
37.	Nagoya	326*	7,280	–	614,5	538	320	1957	51,7	4
38.	Newcastle	540	1,200					1980	36	1
39.	New York	16895	17,800	4,803	2687,4	1810,1	1541	1868	414,0	28
40.	Ny.-Berlin	480	2,034	0,828	1139,6	951	521	1902	101	8
41.	Nürnberg	183	0,800	0,217	444,4	130,6	157	1972	12	1
42.	Osaka	1850	8,280	4,067	537,6	906,4	–	1933	86,1	6

fő jellemzői

állomások száma db	állomások: ebből a felszínen db	állomások: átlagos távolsága m	átlagos utazási seb. km/ó	éves utazások száma mill.	maxim. keresztmetszeti utas sz. óránként /ezer	üzemidő	alkalmazottak száma	Építés alatt álló vonal km	Teljes tervezett hálózat km
20	15	1060	35	19,4	24	05.30–00.30	254	–	80
20	17	1285	35	86	14,4	05.00–01,20	1169	–	46,7
17	9	1500	56	–	9,6	06.00–22.00	–	7,0	85
11	1	1800	45,8	139,0	17	06.00–01.00	2000	12,0	65
85	13	780	24–27	284,7	16,2	04.40–23.00	3280	12,0	129,6
22	2	772	25–33	75	18,7	05.00–01.00	1594	6,5	59,1
35	15	769	30	–	–	05.00–00.00	–	19,9	160
44	27	1560	39	95	29.0	05.15–01.00	2145	10,3	87,5
21	5	600	30	31,7	16,8	05.30–00.30	670	10	60
36	3	913	32	291,6	23,67	04.30–23.30	–	16	75
57	–	600	18–26	240	27	05.00–00.20	4287	10,2	99,2
6	–	–	40	–	–	–	–	17	44
140	121	800	38–45	88,4	42	24 óra	5006	12	155,9
18	16	1800	48	14,5	17	04.30–00.30	380	–	–
15	–	700	32	10,0	3,6	06.10–13.15	422	–	–
79	44	1075	31,4	178,3	25	04.30–00.30	1979	10	142
13	–	1320	48	164,0	27,0	06.00–01.00	1977	7,6	47,4
8	4	1280	43					2,2	45
16	3	1115	32	642	60	06.00–01.00	3400	10,5	52,7
6	–	1520	40	–	–	–	–	3,9	20
21	5	1360	45	242	25,5	06.00–01.00	2381	6	60
4	2	1900	43	13	8,5	05.30–23.30	339	8	30
12	1	985	33	24,3	10,4	–	1050	12	45
40	1	1640	46	679,0	45	06.00–01.00	–	10	140
17**	6	750	34,2	–	–	–	–	–	–
20	–	630	28	92,4	14,8	06.00–01.00	1594	5	40
18	–	–	–	–	–	–	–	–	–
286	156	1300	32,8	546	45	05.00–01.00	21860	5,6	414,6
19	–	675	29	46,2	7,7	05.00–01.00	387	3,2	45,1
126	–	550	24,5–30	916,0	21,6	06.00–01.30	4606	38	137,0
12	4	760	30,0–35	9,2	7,24	05.00–00.30	233	13	23,0
74	–	830	33,6	660	43,2	06.00–24.00	4159	40	500
52	11	746	29,0–35	151,5	31	06.00–01.00	1603	14,1	53,3
35	–	900	37,0–54	148	36	05.30–01.30	1788	8,3	86,2
114	10	1700	48	2260,0	78	06.00–01.00	17450	34,5	450
38	–	880	34	102	20,88	05.00–00.30	376	14,4	90
53	3	1000	33	264	19,5	05.30–00.00	2831	6	60,6
25	18							8,0	54
496	231	805	29,0–48	1072,6	68	24 óra	38921	8	–
135	18	791	32	427,7	24,96	04.00–01.00	3094	9,6	200
19	4	720	32	10,2	4,64	20 óra	113	3	43
81	8	1150	30,0–34	715	32,4	05.00–00.05	6328	13,5	145

Sorszám	Város	A közlekedésre jellemző adatok a város környezetét is belevéve						Az üzemelő metró		
		terület km²	lakosszám mill.	keresők száma mill.	tömegközlekedés		személygépkocsi ezer db	első vonal megnyitása	hálózat hossza km	vonalak száma db
					hálózat hossza km	éves utazások száma mill.				
43.	Oslo	453	1,0	0,300	172,9	92,9	123	1966	31,5	4
44.	Párizs (városi)	2118	8,550	4,241	783,5	1491,5	–	1900	183,3	13
45.	Párizs (expressz)	–	–	–	–	–	–	1969	92,2	2
46.	Peking	7100	8,000	–	1288	877,2	–	1969	23,6	1
47.	Phenjan	74*	1,157	–	–	135	14	1973	15	1
48.	Philadelphia (PAT CO)	5659	3,775	1,546	2246	333,3	2305	1907	62,7	4
49.	Prága	496	1,172	–	1480,3	985	204	1974	20	2
50.	Rio de Janeiro	2791	7,960	1,535	4032	1757	504	1979	19	2
51.	Róma	1500	3,600	–	1676	1276,3	1279	1955	25,3	2
52.	Rotterdam	229	1,064	–	382,1	157,9	–	1968	17,1	1
53.	San Francisco	6274	3,140	1,267	1039	186,9	1303	1972	114	4
54.	Santiago	250	4,160	1,350	1889,8	1082,9	93	1975	20,4	2
55.	Sao Pauló	1354	12,400	3,800	8219	1614,9	1400	1975	19,5	2
56.	Sapporó	1110	1,308	0,561	1395,6	421,3	341	1972	25,7	2
57.	Szöul	627	7,850	–	3625,3	3720	164	1974	23,7	2
58.	Stockholm	6501	1,501	1,275	2898,1	389,5	452	1950	103,1	8
59.	Taskent	240	1,800	–	825,3	532,6	32	1977	16,7	1
60.	Tbiliszi	172	1,005	–	1233,9	415	42	1965	18,9	2
61.	Tiencsin	–	7,000	–	–	–	–	1980	5	1
62.	Tokió	6326	24,300	6,815	1552,3	2275,8	1484	1927	187	11
63.	Torontó	624	2,803	–	1162,7	432,6	788	1954	56,5	2
64.	Washington	7122	3,072	1,195	2170,9	169,9	1230	1976	60	3
65.	Yokohama	421	2,622	–	–	–	–	1972	11,5	2

* = környezet nélküli adat
** = próbaüzem folyik

fő jellemzői									
állomások			átlagos utazási seb. km/ó	éves utazások száma mill.	maxim. keresztmetszeti utas sz. óránként /ezer	üzemidő	alkalmazottak száma	Építés alatt álló vonal km	Teljes tervezett hálózat km
száma db	ebből a felszínen db	átlagos távolsága m							
42	33	815	31	33,3	21	05.15–01.30	550	1,5	50
353	25	538	24	1130,0	38	05.30–01.15	14090	10	206
62	49	1750	42,0–53	227,0	49	05.00–01.15	–	11,3	103,5
17	–	1440	38	27,2	–	05.30–23.40	–	20	70
15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
66	27	1000	60,0–30	61,8	40	24 óra	1643	–	125,2
23	1	850	33	200	35	05.00–24.00	–	9,8	92,3
20	4	860	32,6	496	80	05.00–01.00	950	20,8	67,8
33	5	1100	37	120	7,3	05.00–00.30	470	14,5	100
12	8	1545	32	35,5	25	05.30–00.40	245	12	29,1
34	20	3350	70	52,9	21,6	06.00–24.00	2186	–	130
24	3	740	32	33,6	17,0	06.45–22.30	400	9,4	74
23	4	870	33	174	52	05.00–24.00	2010	66,2	140
26	4	968	32–38	–	–	06.15–24 00	959	7,4	52
–	–	975	35	143	–	–	1157	34,0	115
94	54	1053	32–39	185	36,0	04.30–02.00	–	13,0	115,5
12	–	1500	33	58,0	20,4	06.00–01.00	800	7,7	50
16	2	1170	46	120	16,32	06.00–01.00	1470	6	27,9
6	–	–	–	–	–	06.30–09.30 16.30–19.00	–	12	24
182	21	1100	32–33	1828,3	65,0	05.00–00.30	15248	34	574
58	10	844	37	203,8	40	06.00–02.00	1651	–	56,5
41	–	1380	56	47,1	16,8	05.45–24.00	1963	60,5	157,0
11	–	1150	–	–	5,22	05.30–24.00	–	8,5	70,3

A TOKIÓI METRÓVONALAK ÜZEMELTETÉSI ADATAI

Megjegyzés	Teito Rapid Transit				
	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.	No. 9.
	Hibiya vonal	Ginza vonal	Marunovchi vonal	Tozai vonal	Chiyoda vonal
Üzemeltetési hossz	20,3 km	14,3 km	27,4 km	30,8 km	24,0 km
Első szakasz megnyitása	1961	1927	1954	1964	1969
Teljes befejezés	1964	1939	1962	1969	1978
Építési időtartam,	4 év	13 év	9 év	6 év	10 év
átl. sebessége	5,1 km/év	1,1 km/év	3,04 km/év	5,1 km/év	2,4 km/év
Állomások száma	21	18	17	22	20
Átl. állomástávolság	1,0 km	0,8 km	1,1 km	1,4 km	1,2 km
Nyomtávolság	1067 mm	1435 mm	1435 mm	1067 mm	1067 mm
Síntömeg	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m
Maximális emelkedő	39‰	33‰	35‰	35‰	35‰
Minimális ívsugár	126 m	91 m	140 m/127 m	200 m	160 m
Tápfeszültség (egyenáram)	1500 V	600 V	600 V	1500 V	1500 V
Energiaellátás rendszere	Felső áram-vezetősín	3. sín	3. sín	felső áramvezetősín	
Kocsik száma	304	241	330	361	266
Km-re jutó kocsiszám	14,97 db/km	16,85 db/km	12,04 db/km	11,72 db/km	11,08 db/km
Kocsihossz	18 m	16 m	18 m/16 m	20 m	20 m
Üzemelő vonatok max./db	34	35	48/5*	34	23
Vonatonkénti kocsiszám	8	8	6/2*	7/10	10/3*
Csúcsórai követés (mp.)	135–180	120–135	110–240 120–300	150	180–300 540*
Csúcsórán kívüli köv.	300	180	240–480	300	360–1080
Átlagos sebesség	28,3 km/ó	24,9 km/ó	29 km/ó 27,4 km/ó*	44,9 km/ó	34 km/ó 31,5 km/ó*
Maximális sebesség	70,0 km/ó	55 km/ó	65 km/ó 60 km/ó*	100 km/ó	75 km/ó
Átl. utasszám (ezer/nap)	1021	1028	1098	986	905
Átl. kocsi km (ezer/nap)	82	57	82	103	74
Átlagos utazáshossz	5,4 km	3,8 km	5,7 km	8,6 km	6,9 km
Közvetlen forgalmú szakaszok hossza	Isezaki vonal 34 km Toyoko vonal 11,4 km	–	–	Chuo vonal 9,4 km Sobu vonal 6,1 km	Jobau vonal 23,6 km Odawara v. 41,9 km
Biztonsági berendezés	ATC (ATO)	ATS	ATS	ATC	ATO, CS, CC

MEGJEGYZÉS

ATC = Automatic Train Controll = Automatikus sebességellenőrzés

ATO = Automatic Train Operation = Automatikus vonatvezetés

ATS = Automatic Train Stop = Automatikus vonatmegállító

CS = Cab Signal = Sátorjelző

CC = Chopper Car = Szaggatóval ellátott kocsi

* = elágazó vonal

Authority		Transportation Burlan of Tokup Metropolitan Goverment			Tokyu	Összesen
No. 8.	No. 11.	No. 1.	No. 6.	No. 10.	No. 11.	
Yurakucho vonal	Hanzumon vonal	Toei Asakusa vonal	Toei Mita vonal	Toei Shinsuku vonal	Shin Tama Gava vonal	
10,9 km	4,1 km	19,5 km	12,5 km	14,1 km	9,4 km	187,3 km
1974	1978	1960	1968	1978	1977	-
-	-	1968	1976	1980	1977	-
-	-	9 év	9 év	3 év	1 év	-
-	-	2,16 km/év	1,38 km/év	4,7 km/év	9,4 km/év	-
12	4	21	24	16	7	182
1,0 km	1,4 km	1,0 km	1,0 km	0,9 km	1,6 km	1,0275 km
1067 mm	1067 mm	1435 mm	1067 mm	1372 mm	1067 mm	-
60 kg/m	60 kg/m	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m	-
35‰	29‰	35‰	35‰	35‰	35‰	-
160 m	279 m	164 m	164 m	164 m	180 m	-
1500 V	1500 V	1500 V	1500 V	1500 V	1500 V	-
			függesztett felsővezeték			
100	kölcsönzött	164	168	108	91	2133
9,17 db/km	-	8,41 db/km	13,44 db/km	7,65 db/km	9,68 db/km	10,81 db/km
20 m	20 m	18 m	20 m	20 m	20 m	-
16	3	-	-	-	28	-
5	6 vagy 8	6	6	6	6 vagy 8	-
180	240	150	120–240	180–420	240	-
360	450	300	360	600	450	-
30,6 km/ó	31,4 km/ó	30,9 km/ó	31,4 km/ó	31,9 km/ó	41,8 km/ó	-
75 km/ó	75 km/ó	75 km/ó	75 km/ó	75 km/ó	75 km/ó	-
299	133	449	389	31	253	-
20	5,3	50	51	10	-	-
5 km	2,1 km	5 km	6,9 km	3,9 km	-	-
-	Skiu Tamagavu v. 9,4 km Denertoski v. 20,9 km	Keihiu Kyuko v. 21,2 km Keisei vonal 15,8 km	-	Keio vonal 29,2 km	-	222,9 km
ATC, CS, CC	ATC, CS, CC	ATS, ATO	ATS	ATC, CS, CC	ATC	

Az épülő és tervezés alatt lévő metrók

Város	Ország	A város		Az épülő		Építés kezdete	Első szakasz megnyitása	A tervezett teljes hálózat	
		lakossága (millió)	területe (km²)	vonal km	állomás db
		km	állomás
Abidjan	Elefántcsontpart	0,95	—	—	—	—	—	25,0	16
Ankara	Törökország	2,80	—	—	—	—	—	11,4	18
Bagdad	Irak	2,92	325	12,0	—	—	1986	42,0	53
Baltimore	USA	1,60	802	12,9	12	1976	1982	45,0	—
Bangkok	Thaiföld	4,72	975	—	—	—	1983	55,5	—
Belgrád	Jugoszlávia	1,30	3222	14,2	—	—	1985	68,0	—
Bilbao	Spanyolország	0,91	372	18,0	18	1979	1983	48,0	—
Brisbane	Ausztrália	0,99	3080	—	—	—	—	—	—
Buffalo	USA	1,34	4015	10,3	14	1978	—	—	—
Calcutta	India	8,85	1300	16,4	17	1972	—	—	—
Calgary	Kanada	0,56	—	10,0	—	1981	1986	23,0	—
Caracas	Venezuela	2,70	312	19,8	23	1976	1983	34,8	—
Cseljabinszk	Szovjetunió	—	—	Megkezdődött a tervezés					
Dnyepro-petrovszk	Szovjetunió	—	—	A tervezési munka befejezés előtt					
Dublin	Írország	0,96	220	—	—	—	1990	71,0	47
Edmonton	Kanada	0,55	—	7,0	—	—	—	—	—
Fukuoka	Japán	—	—	9,5	—	1975	—	14,8	—
Gorkij	Szovjetunió	—	—	10,0	8	1978	—	—	—
Guadalajara	Mexikó	2,30	—	5,0	7	1978	—	33,0	—
Honolulu	USA Hawaii	0,78	—	—	—	1980	1987	22,4	—
Isztambul	Törökország	3,80	250	—	—	—	—	20,0	—
Kairó	Egyiptom	8,00	400	—	—	—	—	21,0	—
Kujbisev	Szovjetunió	—	—	A tervezési munka befejezés előtt					
Lima	Peru	3,318	282	25,0	18	—	1985	—	74
Los Angeles	USA	6,98	10 295	—	—	—	1986	26,0	—
Lvov	Szovjetunió	—	—	—	—	1978	—	—	—
Madras	India	3,74	1180	—	—	—	—	29,3	33
Miami	USA	1,47	670	—	—	1978	1983	34,0	21
Minszk	Szovjetunió	1,24	240	8,6	8	1974	—	—	—
Nápoly	Olaszország	3,40	—	11,1	15	—	1986	26,1	39
Novoszibirszk	Szovjetunió	1,30	—	9,2	7	—	—	22,6	—
Omszk	Szovjetunió	—	—	Megkezdődött a tervezés				—	—
Riga	Szovjetunió	0,81	—	8,0	—	—	—	31,0	—
San Juan	USA Puerto Rico	1,02	494	—	—	1980	—	59,0	—
Sevilla	Spanyolország	0,75	697	10,5	16	1977	—	27,0	39
Szófia	Bulgária	1,06	270	8,0	—	1978	1985	60,0	—
Szverdlovszk	Szovjetunió	—	—	14,0	—	—	—	—	—
Quito	Ecuador	0,58	69	—	—	—	1985	16,5	11
Teheran	Irán	4,535	350	15,5	18	—	—	63,8	69
Tel Aviv	Izrael	0,90	171	—	—	—	—	60,0	31
Varsó	Lengyelország	1,326	446	—	—	—	1988	130,0	130

82.1550/1 Zrínyi Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Vágó Sándorné vezérigazgató

